INSTITUT AGRONOMIQUE DE L'ETAT A GEMBLOUX

Tome XXI, Nos 1-2. 1953

BULLETIN

DE

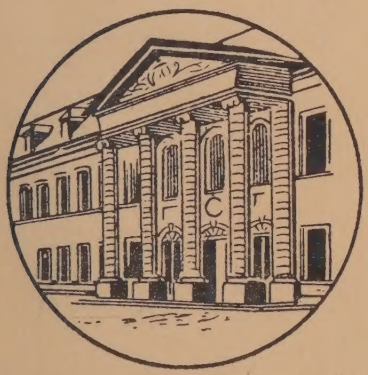
L'INSTITUT AGRONOMIQUE

ET DES

STATIONS DE RECHERCHES

DE

GEMBLOUX



IMPRIMERIE G. I. G.
61, Av. de la Liberté, 61
B R U X E L L E S

COMMONWEALTH MYCOLOGICAL INSTITUTE
8 JAN 1954

Sommaire

BERNARD, J. — Etudes sur les Rongeurs. — II. - Note sur la répartition écologique de *Microtus arvalis P.* et *Microtus agrestis L.* en Ardennes, en Famenne et dans la zone limoneuse 3

BONNIER, Ch. et HELY, F. W. — Influence de certaines résines synthétiques, améliorant la structure du sol, sur la population fongique d'un sol . . 14

DE MUNTER, P. — Relations entre protéines et matières grasses du lait. Etude statistiques 29

DERENNE, P. — Effets morphologiques, physiologiques et cytologiques dus à l'action de l'isopropylphénylcarbamate sur les genres *Allium, Vicia* et *Hordeum* 37

HENNAUX, L., HOLVOET, J., LECOMTE, R. et HENIUS, J. M. — Les agents modificateurs de la fonction thyroïdienne et l'engraissement des animaux domestiques 58

LECRENIER, A., CORIN, C., DERMINE, E., LIARD, O., TRZCINSKI, T. et GOVAERTS, J. — Utilisation du radiophosphore $^{32}_{15}P$ pour l'étude de la dispersion des solutions salines dans le sol 89

MANIL, G. — Quelques observations et réflexions sur la biodynamique des sols en conditions équatoriales 113

NOEZ, P. — Détermination polarographique de la solubilité du sulfate de plomb et de l'arséniate de plomb dans l'eau 156

VANDERWALLE, R. — Observations et recherches effectuées à la Station de Phytopathologie de l'Etat, pendant l'année 1952 160

DEMORTIER, G. — Observations météorologiques de l'année 1952 . . . 173

Les articles sont publiés sous la seule responsabilité de leurs auteurs.

Le *Bulletin de l'Institut Agronomique et des Stations de Recherches de Gembloux* paraît normalement quatre fois par an. Toutefois, provisoirement, le nombre des livraisons a dû être limité.

Le prix de l'abonnement est de 175 francs par an, somme à verser au compte de chèques postaux n° 7621.08 du Bulletin de l'Institut Agronomique de Gembloux (Belgique) ou à payer par mandat postal.

Prix du présent volume : 90 francs. Pour la commande, prière de s'adresser au Secrétariat du *Bulletin*.

a) **Le Bulletin sera envoyé en échange des publications similaires des Etablissements d'Enseignement Supérieur, des publications périodiques des Sociétés scientifiques et des Revues Scientifiques en général.**

b) **Tout ouvrage scientifique dont un exemplaire est adressé à la Rédaction, sera signalé sous la rubrique « Bibliographie ».**

Toute reproduction des articles parus dans le Bulletin est strictement interdite, sauf autorisation du Comité de Rédaction.

INSTITUT AGRONOMIQUE DE L'ETAT A GEMBLOUX

Tome XXI, Nos 1-2. 1953

BULLETIN

DE

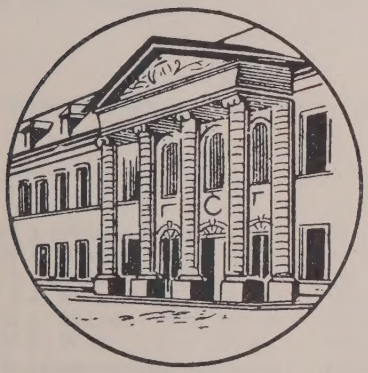
L'INSTITUT AGRONOMIQUE

ET DES

STATIONS DE RECHERCHES

DE

GEMBLOUX



IMPRIMERIE G. I. G.
61, Av. de la Liberté, 61
BRUXELLES

STATION D'ENTOMOLOGIE DE L'ETAT

Etudes sur les rongeurs

II. Note sur la répartition écologique de *Microtus arvalis* P et *Microtus agrestis* L. en Ardenne, en Famenne et dans la zone limoneuse.

par J. BERNARD

Il existe en Belgique deux espèces de campagnols appartenant au genre *Microtus : M. arvalis* P. et *M. agrestis* L. Ces deux espèces se distinguent morphologiquement par la taille, le pelage et par une constitution différente de la deuxième molaire supérieure.

Ces différences caractéristiques sont reprises dans le tableau suivant :
Les mensurations sont empruntées à : a) *Didier* et *Rode* (1)
b) *Ysseling* et *Scheygrond* (3).

TABLEAU 1.

	M. arvalis P.		*M. agrestis* L.	
	a	b	a	b
L. tête + corps	95 à 110 mm	76 à 116 mm	110 à 130 mm	83 à 130 mm
L. queue	30 à 40 mm	30 à 45 mm	30 à 45 mm	30 à 45 mm
L. oreille	7 à 9 mm	12 mm	8 à 10 mm	12 mm
L. patte ant.	8 à 10 mm	8 à 10 mm	8 à 10 mm	8 à 10 mm
L. patte post.	16 à 18 mm	max. 17 mm	17 à 20 mm	17 à 20 mm
Poids	25 à 30 gr	25 à 30 gr	30 à 35 gr	30 à 35 gr
	Deuxième molaire supérieure avec deux angles sortant à la face interne. Queue aux couleurs mal délimitées.		Deuxième molaire supérieure avec trois angles sortant à la face interne. Queue aux couleurs des faces dorsales et ventrales nettement tranchées.	

A côté des différences morphologiques, il existe également des différences de comportement portant surtout sur les milieux fréquentés et sur la nourriture, mais les données de divers auteurs varient à ce sujet.

D'après *Didier et Rode* le campagnol agreste *(M. agrestis)*, comme le campagnol des champs *(M. arvalis)*, vit dans les champs de céréales et en bordure des haies.

D'après *Heim de Balzac (2)*, *M. agrestis* aurait une préférence marquée pour les prairies naturelles, et serait peu dangereux pour les cultures. Cette espèce supporterait mieux l'humidité (les marais) que *M. arvalis*, mais ne rechercherait pas les bois comme on le dit généralement. De même *Pineau* (7), dans le Poitou, a observé les deux espèces simultanément dans le marais mais jamais aucune des deux dans les bois.

D'après *IJsseling et Scheygrond* (3) *M. agrestis*, ne vivrait pas comme *M. arvalis* dans les champs découverts, mais se trouverait le long des lisières de bois et dans les taillis, de préférence à proximité de l'eau (région de tourbières basses — « laagveengebieden »). Au Pays-Bas, il se trouve surtout dans les régions de bruyères hautes (vrij hoge heidestreeken), *M. arvalis* au contraire ne se trouverait que relativement rarement dans les bois et le long des lisières, sauf après la récolte.

D'autre part, en Belgique, dans les zones soumises aux grandes multiplications de *Microtus arvalis*, les paysans croient que les « souris » sortent des bois et que lors de leur disparition suivant toujours les gros dégâts, le phénomène inverse se produit. Les gardes forestiers eux-mêmes, attribuent souvent à la même espèce les dégâts commis dans les champs et ceux constatés dans les bois (écorçage de jeunes sujets).

Depuis 1949 (années de la grande multiplication de campagnols) nous avons eu l'occasion de piéger en divers biotopes, en Ardenne, en Famenne et en Hesbaye. Les résultats de ces piégeages, consignés ci-après, sont de nature à apporter quelques lumières sur la répartition écologique des deux espèces dans la partie Sud de la Belgique.

1. METHODE.

En 1949 et 1950, notre but étant surtout de capturer des individus vivants, nous procédions comme suit : des boîtes métalliques de diverses provenances, mais de plus de 20 cm de hauteur étaient enfoncées en terre de façon que la face béante affleure le niveau du sol. Le fond de la boîte était garni d'avoine aplatie destinée à servir d'appât. Ces pièges étaient placés par groupes dans les « taches » où l'on soupçonnait la présence de nombreux campagnols. Cette indication nous était donnée par le nombre de « trous » constatés. En 1951 et 1952, nous avons simplement utilisé des pièges à ressort connus sous le nom de « trappes à souris » à usage ménager. Ceux-ci étaient disposés en séries devant les orifices de galeries et dans les « coulées » et sentiers fréquentés par les campagnols.

2. LIEUX ETUDIES.

Nous avons piégé dans des localités situées dans trois régions naturelles du Sud de la Belgique : à Orchimont et Vresse en Ardenne; Mesnil-Saint-Blaise et Buissonville en Famenne, Gembloux (Province de Namur), Bonlez (Province de Brabant), Liberchies et Rêves (Province de Hainaut) dans la zone limoneuse.

Les principales caractéristiques édaphiques de ces trois régions sont les suivantes :

1) *Ardennes :* l'Ardenne est constituée en sous-sol par le Devonien inférieur. Dans la zone où nous avons piégé, le sol est quartzochisteux et quartzo-phylladeux acide et de nature légère. L'altitude varie de 375 à 410 m.

2) *Famenne :* La Famenne est située sur le Devonien moyen représenté par une bande schisteuse (famennien inférieur). Le sol n'est pas trop compact : il est argileux mais riche en fragment de schiste. Les sommets sont secs presque sans terre, les fonds sont argileux et marécageux. A Mesnil Saint-Blaise, l'altitude varie de 250 à 300 m, à Buissonville elle est d'environ 250 m.

3) La zone limoneuse est un plateau ondulé recouvert par un manteau de limon très épais. En certains points, les terrains tertiaires affleurent (sables Bruxelliens). C'est le cas de Bonlez.

Les altitudes des lieux étudiés sont les suivantes :
Gembloux : 160 m, Bonlez : 125 m, Liberchies : 145 m et Rêves : 150 m.

3. RESULTATS

I. — ARDENNES

A) *Orchimont.*

Orchimont est une commune située à proximité de la Semois, dans la région tabacicole. L'élevage tenant une place importante dans les spéculations, une grande partie des terres arables est occupée par des plantes fourragères (*Trifolium, Lolium, Phleum,* etc...) et des prairies.

Les différentes biotopes qui furent piégés sont les suivants :

1) des terres arables : céréales, fourrages (légumineuses et graminées) et prairies (*). Les parcelles piégées se répartissent sur une centaine d'Ha.

2) Des fossés et bords de chemin ruraux, situés en rase campagne, mais la plupart du temps envahis de ronces et d'arbrisseaux *(Sarothamnus scoparius, Crataegus sp.).*

3) Des bordures de chemins forestiers.

4) Une jeune plantation de mélèzes (1 Ha environ) de 1 m de haut en moyenne, aux interlignes occupés par des ronces et des repousses d'essences feuillues *(Alnus, Betula, Salix,* etc...*).* Dans cette plantation, les jeunes sujets ont subi des dégâts au cours de l'hiver 1949/1950 et une certaine proportion d'entre eux a dû être remplacée. En 1952, nous avons observé de nombreuses branches de Salix écorcées.

5) Une coupe à blanc étoc de taillis de charme de 5 Ha. Au dire du forestier, les charmes avaient dû être complètement abattus à cause des dégâts de campagnols.

(*) Les terrains plantés de tabac ne sont que très rarement habités par les campagnols.

Les résultats sont les suivants :

1. et 2. : *Terres cultivées, prairies et fossés de chemins ruraux.*

De nombreuses nuits de piégeage, de 1949 à 1952, ne nous ont jamais permis d'attraper que deux espèces de rongeurs : *Microtus arvalis* P et *Apodemus sylvaticus* L. (*)

3. *Bordure de chemins forestiers.* La seule espèce capturée est *Microtus agrestis* L.

4. *Plantation de mélèzes.* Pendant la période du 8 au 23 février 1950, en 15 nuits de piégeage nous avons capturé :

16 *Clethrionomys glareolus Schreber* (espèce essentiellement forestière)
13 *Microtus agrestis* L.
1 *Microtus arvalis* P.

Le 20 mars 1950 en une nuit de piégeage :

6 *C. glareolus*
4 *M. agrestis*

Les 18 et 19 avril 1952, en deux nuits de piégeage :

5 *M. agrestis*

5. *Coupe à blanc étoc de charmes.*

Les 17, 18 et 19 avril, en trois nuits de piégeage :

2 *C. glareolus*
1 *M. agrestis*

B) *Vresse.*

Vresse, situé dans la vallée de la Semois, est une commune voisine d'Orchimont. Nous y avons piégé en trois biotopes :

1) Un bloc de terres cultivées, situé sur le plateau dominant la Semois et complètement entouré par la forêt, d'une superficie de 60 Ha environ.

2) Un terrain de 50 à 60 ares planté de mélèzes dont la taille varie entre 0,75 m et 3 m de haut. Les interlignes sont envahis de fougères, de ronces et de repousses de bouleaux.

3) Une parcelle de 25 à 30 ares immédiatement voisine de la plantation de mélèzes et plantée de petits épicéas de 0,50 m de haut. Avant la plantation des épicéas, ce terrain devait être occupé par une prairie, car la végétation sous-jacente est composée uniquement de graminées.

Ces deux terrains, bien que situés à proximité de bois plus importants, sont complètement entourés de terres arables (prairies et cultures). Ils sont longés par un chemin situé en contrebas qui ménage ainsi un talus

(*) On trouve aussi en été des *Micromys minutus* P, mais nous ne mentionnons ici que les espèces ayant des mœurs hypogées.

d'environ 0,75 m de hauteur. Les captures dans ces différents endroits furent les suivantes :

1) *Bloc de terre cultivée.* Au cours des mois de février et mars 1950, nous avons capturé de très nombreux *Microtus arvalis*, quelques *Apodemus sylvaticus*, et deux ou trois *Arvicola terrestris* L.

2) *Plantation de mélèzes.*

15 nuits de piégeage : 8 au 23-2-1950
4 *Clethrionomys glareolus*
1 *Microtus agrestis*

1 nuit le 20 mars 1950
3 *Microtus agrestis*

et une nuit le 2 avril 1952
2 *Microtus agrestis*

3) *Plantation d'épicéas.*

15 nuits de piégeage (8 au 23-11-1950)
1 *Microtus arvalis*

1 nuit le 20 mars 1950
3 *Microtus arvalis*

1 nuit le 2 avril 1950
pas de prise

Entre le 8 et le 23 février 1950, 1 *Microtus agrestis* fut capturé sur le talus bordant le chemin.

II. — FAMENNE.

A) *Mesnil Saint-Blaise*

Mesnil Saint-Blaise est situé sur le plateau à quelques km. de la Meuse. Les principales spéculations sont l'élevage (prairies) et la culture des légumineuses fourragères (luzerne - sainfoin - trèfle). Ces dernières cultures ont subi des dégâts catastrophiques en 1949-1950.

Les différents biotopes piégés sont :

1. Les cultures de légumineuses fourragères (luzerne).
2. Deux prairies situées sur un sommet et en sol sec.
3. Une prairie située dans un fond et traversée par un ruisseau l'inondant régulièrement.
4. Un taillis de 1 à 2 Ha, situé à flanc de coteau et complètement entouré de terres sous labour et de prairies.
5. Un champ de céréales d'hiver situé en bordure d'un bois assez important et la lisière de celui-ci.
6. Le bois proprement dit.
7. Un champ abandonné de 50 ares couvert de graminées sauvages présentant des bouquets d'arbustes divers *(Sarothamnus sp. - Rosa canina - Quercus sp.)*.

Les résultats sont les suivants :

Dans les cultures et les prairies (1-2-3) : captures de nombreux *Microtus arvalis* en 1949-1950 et en 1952. Signalons toutefois une population plus pauvre dans les prairies humides.

Dans le taillis (4) en 1949 et 1952, de nombreuses nuits de piégeage sont restées sans résultat, sauf la capture de 1 *M. arvalis* dans un piège situé à 3 m de la limite de la prairie voisine, fortement attaquée.

Dans le champ de céréales (5) et sur la bande inculte de moins d'un mètre de large qui le sépare du bois, nous avons observé que des sentiers de campagnols prenaient naissance au bord de cette bande inculte et s'étendaient dans le champs de céréales. Dans le bois proprement dit (6), à quelques mètres de la lisière, nous avons attrapé pendant la même période 1 *Clethrionomus glareolus.*

Enfin, dans le terrain en friche (7), 3 nuits de piégeage en février 1953 ont permis d'attraper 1 *M. arvalis.*

B) *Buissonville.*

Buissonville, situé près de Rochefort, se trouve dans la partie de la Famenne qui confine à l'Ardenne. Les zones boisées sont beaucoup plus importantes qu'à Mesnil Saint-Blaise. La principale spéculation y est l'élevage, aussi les prairies occupent-elles une proportion importante des terres cultivées.

En 1950, nous avons étudié deux prairies en pente, d'exposition N-NO, et la zone boisée et broussailleuse large de 50 m environ qui les sépare. Cette bande de terrain comprend :

1) Une zone supérieure constituée de buissons épineux, d'abord espacés, laissant entre eux de larges zones de prairies, puis s'épaississant au point de devenir un taillis à environ 100 m du sommet;

2) Une jeune plantation de pins bordée d'épicéas et une pessière constituée d'arbres de 5 à 6 m de haut, traversée par un coupe feu de 3 m de largeur environ, fortement envahi de ronces. Les pièges placés dans les prairies nous ont donné 33 *M. arvalis* en deux nuits de piégeage, en février 1950.

Nous avons capturé 1 *M. arvalis* dans la zone de buissons espacés et deux dans les pins à 10 m de la lisière de la pâture. Cinq pièges placés dans la pessière, deux en plein bois et trois dans le coupe feu, ont donné les résultats suivants :

en plein bois :
1 *C. glareolus*

dans le coupe feu :
3 *C. glareolus*
1 *M. agrestis*

En mars 1952, dans l'une des deux prairies, nous avons capturé sur 9 ares, 96 *M. arvalis* en 15 nuits de piégeage.

III. — ZONE LIMONEUSE

A) *Région gembloutoise.*

Dans cette partie de la Hesbaye, on observe quelquefois des « trous » de campagnols dans certaines cultures, mais les dégâts restent la plupart du temps minimes. Toutefois, les talus et autres lieux incultes sont souvent criblés d'orifices de galeries.

Nous avons piégé dans les endroits suivants :

1) une luzernière,

2) une ancienne prairie, clôturée presque complètement par un mur et située en bordure de la ville, loin des terres cultivées. Cette prairie est abandonnée depuis plusieurs années et se transforme en friche. Quelques pommiers basse-tige plantés en 1952 ont subi des dégâts d'écorçage en 1953.

3) Les bordures de routes et de chemins ruraux et des fossés. Dans un cas, nous avons constaté que des branches de *Populus*, résultant de l'élaguage, qui jonchaient le sol avaient été écorcées.

Les espèces capturées sont : dans la luzernière — *Microtus arvalis* P et dans tous les autres biotopes — *Microtus agrestis* L. (*)

B) *Autres endroits de la zone limoneuse.*

Au cours de l'hiver 1952/1953, nous avons piégé dans des trèflières situées à Bonlez (Brabant), Liberchies et Rêves (Hainaut). Dans les trois cas, l'espèce présente est *Microtus arvalis*. Dans un bois de pin à Bonlez, nous avons capturé *Clethrionomys glareolus.*

4. DISCUSSION.

Les biotopes qui furent étudiés peuvent se grouper en trois catégories :

1) les zones de cultures ou de pâturages,
2) les friches : terrains abandonnés, talus, fossés, etc...,
3) les zones boisées ou à caractère forestier.

Nos observations peuvent se résumer comme suit :

a) *Ardenne.*

Les zones de cultures et les bordures de chemins ruraux sont peuplés de *Microtus arvalis*, *Apodemus sylvaticus* et *Arvicola terrestris.*

Dans les zones boisées ou les friches à caractère forestier, on trouve *M. agrestis* et *Clethrionomys glareolus.* Cinq *Microtus arvalis* seulement ont été capturés dans ces derniers biotopes et parmi ceux-ci, quatre dans la plantation d'épicéas de Vresse. Toutefois la petite taille des arbustes et la nature des plantes adventices (graminées) confère à ce biotope un caractère de friche ouverte plutôt que celui de friche boisée.

(*) Dans la prarie enclose de murs nous avons capturé en outre en février 1953 2 *Pitimys subterraneus de Selys-Longchamps.*

Observons en outre que ces quatre individus furent capturés en 1949-1950 au cours de l'hiver qui a suivi la grande multiplication de *M. arvalis*. Plus aucune prise n'a été faite en cet endroit en 1952-1953.

b) *Famenne.*

Dans les zones de cultures, on ne trouve, comme en Ardenne, que *M. arvalis*. Il en est de même quelquefois dans les taillis et les friches forestières, mais toujours à proximité de la lisière. Dans les zones boisées proprement dites, nous avons capturé uniquement *Clethrionomys glareolus* et *Microtus agrestis*.

c) *Zone limoneuse.*

En cet endroit, comme dans les deux autres régions agricoles, les zones de cultures sont peuplées uniquement de *Microtus arvalis* et les friches ouvertes de *Microtus agrestis*. Le cas de la prairie de Gembloux est un peu exceptionnel : elle est isolée des zones de culture proprement dites par sa situation en bordure de la ville et par les murs qui l'entourent, et elle avait cessé d'être pâturée depuis plusieurs années quand nous l'avons étudiée.

Nos observations s'opposent à celles de nombreux auteurs continentaux qui considèrent en général *Microtus agrestis* comme une espèce de plaine au même titre que *Microtus arvalis*. Il est trop tôt pour donner une explication définitive à cette répartition mais certaines hypothèses peuvent être formulées.

Les biotopes forestiers et culturaux se différencient l'un de l'autre par toute une série de caractères écologiques, (microclimatiques, édaphiques, etc...) suffisant pour expliquer la localisation de telle ou telle espèce dans l'un d'entre eux. Tel semble être le cas de *Microtus arvalis* et de *Clethrionomys glareolus*.

Toutefois, en ce qui concerne *Microtus agrestis* L cette explication n'est pas suffisante puisqu'on le trouve d'après certains auteurs, et d'après nos propres observations, en friche et dans le bois.

Quelles sont donc les causes de la ségrégation des deux espèces de *Microtus* dans le sud de la Belgique ? Quatre hypothèses peuvent être examinées :

a) *une légère différence de régime : Microtus arvalis* ne se contenterait pas d'une diète faite de végétaux forestiers et serait plus exigeant.

Cette hypothèse ne concorde pas avec les observations de HAMILTON cité par JAMESON (4). D'après cet auteur, les rongeurs ont les possibilités de subsister sur une telle variété de graines et de plantes herbacées que la spécificité de la nourriture n'est pas importante comme facteur limitatif de la répartition des espèces.

b) *Une incompatibilité spécifique : Microtus arvalis* et *M. agrestis* ne se « supporteraient » pas l'une l'autre et le pouvoir de multiplication beaucoup plus grand de *M. arvalis* reléguerait *M. agrestis* en certains biotopes non colonisables par le premier.

De tels exemples d'intolérance interspécifique existent parmi les mammifères, spécialement dans l'ordre des rongeurs. Celle du lièvre et du lapin est bien connue des chasseurs mais d'autres cas encore ont été constatés. En Amérique du Nord et en Angleterre, l'écureuil roux chasse l'écureuil gris des territoires qu'il occupe. *Linduska* (5) a observé que si *Mus musculus* L. est très souvent en compagnie de divers rongeurs, il ne se trouve jamais avec *Peromyscus maniculatus bairdit Hoy*.

Signalons enfin, que d'après *Sivonen* (8), l'apparition de *M. arvalis* en 1949 dans la région d'Helsinski a presque réduit à néant les populations de *M. agrestis*, seule espèce présente auparavant.

Notons qu'en élevage *M. agrestis* est un animal beaucoup moins agressif que *M. arvalis*.

c) *Une réaction différente aux pratiques culturales.*

Microtus agrestis « supporterait » moins bien les perturbations dues aux façons culturales et au pâturage alors qu'elles sont tolérées par *Microtus arvalis* P. Cette hypothèse expliquerait la répartition de *M. agrestis* L. dans les friches et dans les zones forestières où une strate herbacée existe encore et lui assure une nourriture abondante.

Cette explication est celle donnée par *Matteus* (6) à la localisation de *M. agrestis* dans les zones forestières en Angleterre. Elle concilie la répartition de cette espèce à la fois dans les terrains plantés d'arbustes forestiers et dans les zones de cultures abandonnées.

d) *Une réaction au type de couverture végétale.*

De nombreux auteurs américains expliquent la répartition de certains micromammifères en différents biotopes par leurs exigences vis-à-vis de la densité de la couverture végétale. Ce facteur peut être considéré ici comme un cas particulier du c).

Ces quatre hypothèses méritent d'être étudiées. Nous ne disposons pas encore de données suffisantes pour prendre position mais nos observations nous portent à considérer *M. agrestis* comme une espèce plus timide dont la répartition chez nous serait le résultat de l'interaction des facteurs repris sous b) et c).

RESUME

D'après les résultats de piégeages effectués en Ardennes, Famenne et dans la zone limoneuse, l'auteur constate que *M. arvalis* P. ne se trouve que très rarement en dehors des terres cultivées, mais qu'au contraire, *M. agrestis* L. ne fréquente que les terrains en friche ou les zones forestières. Deux hypothèses sont retenues comme pouvant expliquer cette ségrégation : une intolérance interspécifique ou une réaction différente aux perturbations amenées par les façons culturales.

TABLEAU N° 2

Espèces de rongeurs capturées en différents biotopes en Ardenne, Famenne et Hesbaye.

REGION	COMMUNE	BIOTOPE	ESPECES CAPTUREES			
			M. arvalis.	*M. agrestis.*	*G. Glareolus.*	*A. Sylvaticus*
ARDENNE	Orchimont	Cultures	NN	—	—	N
		Bords chemins ruraux	Q	—	—	—
		Plantation mélèzes	1	22	22	—
		Coupe à blanc	—	1	2	—
		Bordure chemin forestier	—	4	—	—
	Vresse	Cultures	NN	—	—	Q
		Plantation mélèzes	—	6	4	—
		Pl. petits épicéas	4	—	—	—
FAMENNE	Mesnil-Saint-Blaise	Cultures	NN	—	—	—
		Prairie sèche	NN	—	—	—
		Prairie humide	N	—	—	—
		Taillis et bords bois	Q	—	—	—
		Friche	1	—	—	—
		Bois	—	—	1	—
	Buissonville	Prairies	NN	—	—	—
		Friches + taillis pin	3	—	—	—
		Pessière	—	1	4	—
ZONE LIMONEUSE	Gembloux	Cultures	3	—	—	—
		Prairie abandonnée	—	Q	—	—
		Bords chem.	—	Q	—	—
	Bonlez Liberchies Rêves	Cultures	N	—	—	—
		Bois	—	—	1	1

NN = très nombreuses captures
N = nombreuses captures
Q = quelques captures
1-2... = nombre d'individus capturés.

NOTA OVER DE ECOLOGISCHE VERSPREIDING van *Microtus arvalis* P. en *Microtus agrestis* L. IN DE ARDENNEN, DE FAMENNE EN DE LEEMSTREEK

door J. BERNARD.

Zich steunend op vangresultaten, bekomen in de Ardennen, de Famenne en de Leemstreek, stelt schrijver vast dat *M. arvalis* P. zich zelden ophoudt buiten de bebouwde velden. *M. agrestis* L. daarentegen komt uitsluitend voor op braakland, of op beboste terreinen.

Twee hypothesen komen in aanmerking om deze afbakening te kunnen verklaren : de interspecifieke onverdraagzaamheid en de verschillende reactiewijze op de verstoring veroorzaakt door de cultuurzorgen.

R. M.

A NOTE ON THE ECOLOGICAL DISTRIBUTION of *Microtus arvalis* P and *Microtus agrestis* L IN ARDENNES, FAMENNE AND LOAM-SOIL REGION IN BELGIUM.

According to the results of trapping in Ardennes, Famenne and in the loam-soil region in Belgium, the author notes that *Microtus arvalis* P. is seldom to be found outside cultivated land. On the contrary, *M. agrestis* L. is found only on fallow land or in forested areas.

Two hypothesis may be assumed to explain this segregation : interspecific incompatibility or different reaction to disturbance caused by cultivation work.

G. C.

BIBLIOGRAPHIE

(1) DIDIER P. et RODE R. (1946)
Atlas des mammifères de France, Paris 219 pp. + 12 pl.

(2) HEIM de BALZAC (1937)
C. R. Acad. Agric. France. Séance 10-X-1937.

(3) IJSSELLING et SCHEYGROND (1950)
De Zoogdieren van Nederland, Zutphen.

(4) JAMESON E. N. (1949)
Some Factors influencing the local distribution and abundance of woodland small mammals in Central New-York. *J. Mammal.* 30 pp. 221-235.

(5) LINDUSKA J. P. (1950)
Ecology and land-use of small mammals on a Michigan farm. Depart. of Conserv. Lansing, Michigan 1950.

(6) MATTEWS L. H. (1952)
British Mammals, London 410 pp.

(7) PINNEAU J. (1947)
Les campagnols et les mulots en Poitou. *Rev. techn. Protection Végét.* I (2) pp. 99-167.

(8) SIVONEN L. (1951)
On the mass occurence of *M. arvalis* in the vincinity of Helsinki. *Lunnon Tutkija* 55 (3) pp. 72-76.

CHAIRE DE MICROBIOLOGIE
(Prof. P. Manil)

Influence de certaines résines synthétiques, améliorant la structure du sol, sur la population fongique d'un sol

par

Charles BONNIER et Frank W. HELY

INTRODUCTION

La mise au point et la fabrication, en ces dernières années, de résines synthétiques (polyacrylates et polyvinylates), destinées à l'amélioration de la structure du sol, offrent de nouvelles possibilités à tous ceux qui s'adonnent à la culture très intensive.

La mécanisation généralisée des exploitations agricoles et horticoles et des entreprises de transport citadines, au cours de ces 20 dernières années, a fait presque totalement disparaître les fumures organiques indispensables, physiquement et chimiquement actives. Si la perte peut être assez facilement compensée, du point de vue chimique, le problème de la fertilité physique du sol reste grave. Cette fertilité physique, liée notamment à une bonne aération, à une absorption et une circulation de l'eau satisfaisantes, ainsi qu'à un pouvoir rétentif élevé, se rencontre normalement dans les sols à pourcentage élevé de macro-agrégats ou dans les sols qui reçoivent fréquemment des matières organiques plus ou moins rapidement décomposables.

En grande culture, l'introduction dans la rotation d'excellentes prairies temporaires semble être la seule manière pratique de maintenir une bonne structure, sans que, d'ailleurs, cette façon de faire puisse valoir un apport normal de fumier. Nous disons la seule manière pratique actuellement, pour la bonne raison que l'usage du fumier artificiel est très peu répandu.

Quant aux conditionneurs synthétiques du sol, ils peuvent être et sont du reste utilisés, même à leur prix actuel, pour maintenir une bonne structure sur de petites surfaces, cultivées d'une façon très intensive.

L'utilisation de ces produits dans la grande culture est à prévoir dès que leur prix de revient aura été abaissé d'une manière suffisante. L'introduction des conditionneurs de sol, dans la pratique agricole, pose la question suivante : quel effet ces substances peuvent-elles avoir sur la microflore du sol, et, partant, sur les propriétés biochimiques et biophysiques de ce dernier ?

On peut penser, en effet, que ces produits, en augmentant la proportion de macro-agrégats, créent des conditions plus favorables aux espèces aérobies. Il est possible également que des composés chimiques soient introduits en même temps que ces substances; ajoutons que des produits de décomposition peuvent se former, qui peuvent être toxiques pour certains microorganismes du sol.

Pour répondre à ces questions, nous avons entrepris, au cours de l'année 1952, d'étudier l'effet de plusieurs de ces substances sur la population fongique d'une terre lourde, dérivée de loess, type de sol d'une extrême importance en Belgique centrale.

Ce sol, bien que l'un des plus productifs de l'Europe, montre certains signes de détérioration de la structure.

METHODES

Nous avons utilisé pour cet essai un sol cultivé de haute productivité dont la description pédologique a été faite par G. Manil (1). Le pH de ce sol, régulièrement chaulé, était de 7,8 au moment de l'essai.

Immédiatement après l'enlèvement d'une récolte de froment, 25 échantillons, constitués chacun du produit de huit prélèvements à un fer de bêche, furent préparés, soigneusement mélangés, passés au tamis de 3 mm, mélangés à nouveau et séchés à l'air, par temps sec et chaud (août 1952). L'analyse mécanique de ces lots a donné les résultats suivants : 14 % d'argile, 32 % de limon, 47 % de sable très fin, 4 % de sable fin et 3 % de sable grossier.

L'analyse chimique doublée d'un dosage microbiologique par la méthode à l'*Aspergillus*, a révélé que ce sol contenait 194 mgr. de P_2O_5 assimilable par 100 gr. de sol et 62 mg. de K_2O. Le taux de K_2O fut porté à 100 mg par addition de KCl. Le pourcentage d'azote nitrique était très faible. (*)

Les produits suivants ont été utilisés comme agents d'agrégation du sol :

1) le produit belge « Aglusol », une solution à 5 % de substance active. Ce produit, fourni par l'Union Chimique Belge, contient 7 mg. d'azote par cc., sous forme d'ammoniaque; ammoniaque résultant du procédé de fabrication. Au cours de cette étude, nous utiliserons le terme « Aglusol naturel » pour désigner ce produit.

(*) Les auteurs remercient vivement M. Ph. Culot, qui a bien voulu effectuer ces analyses.

2) le même produit « Aglusol », dont l'ammoniaque a été enlevé d'une façon presque totale. Nous le désignerons par l'expression « Aglusol sans ammoniaque ».
3) une autre solution à 5 %, fournie également par l'Union Chimique Belge et indexée SRS 88/52.
4) le produit américain « Krilium », (formulation 9), produit pulvérulent fourni par la « Monsanto Chemical Company ».

Chacun de ces produits fut utilisé en solution aqueuse et ajouté à la terre à raison de 0.01 %, 0.05 % et 0.1 %. Après traitement, les différents lots de terre furent de nouveau passés au tamis de 3 mm., mis à sécher à l'air et placés finalement en vases de végétation.

Deux séries de vases furent préparées :

la première série était constituée de grands vases (3 répétitions pour chaque traitement), contenant 11 kilos de terre,

la seconde série constituée de petits pots, (8 répétitions pour chaque objet).

Les grands vases étaient vernis extérieurement de façon à ce que l'aération par la surface soit la seule possible. Dans chacun de ces grands vases, 30 plantules de Luzerne inoculées au moyen d'une souche effective de *Rhizobium* furent repiquées. Pendant les premiers jours de l'essai, l'eau fut fournie aux vases par vaporisation, de façon à ne pas nuire à l'établissement d'une bonne structure; par la suite, le ravitaillement en eau fut réalisé par le fond des vases, au moyen d'un tube de verre. La perte de poids du vase indiquait la quantité d'eau à ajouter. Pendant toute la durée de l'essai la quantité d'eau fut maintenue à une valeur correspondant aux 2/3 du pouvoir rétentif du sol. L'emplacement des vases dans la serre était modifié chaque semaine, pour uniformiser les conditions de milieu.

L'essai en grands vases de végétation fut conduit pendant les trois mois correspondant à la fin de l'été et au début de l'automne.

La seconde série était constituée de pots ordinaires (8 répétitions pour chaque traitement), non vernis, pour permettre, ici, l'accès de l'air par les parois latérales. Dans ce cas, l'apport d'eau se faisait par arrosages prudents. Des graines de Luzerne inoculées furent semées dans chacun de ces pots; l'expérience fut conduite pendant deux mois.

Pour donner une idée de l'influence de ces traitements sur les caractéristiques physiques de ce sol et aider ainsi à la compréhension des variations observées dans la microflore, il nous semble utile de rapporter ici le résultat des déterminations du pourcentage d'agrégats stables à l'eau, effectuées pour chaque traitement.

Pour la terre placée dans les grands vases de végétation, ces déterminations se firent au début et à la fin de l'expérience. Le résultat de ces analyses est exposé dans la table 1 et montre que l'effet du « Krilium » fut, à cet égard, moins intense que celui des autres produits. Pour la terre placée dans les petits pots, ces déterminations furent

effectuées après 1 et 2 mois de végétation de la Luzerne. Les résultats sont donnés dans la table 2 et indiquent à nouveau que le pouvoir d'agrégation du « Krilium » est moins marqué, dans les conditions de l'essai et pour le sol considéré.

TABLE 1

POURCENTAGES DES AGREGATS STABLES A L'EAU, DANS LES SOLS DES GRANDS VASES.

Sol traité avec :	à raison de :	Analyses faites : au début de l'expérience			à la fin de l'essai		
		0.5 - 1.0 mm	1.0 - 3.0 mm	0.5 - 3.0 mm	0.5 - 1.0 mm	1.0 - 3.0 mm	0.5 - 3.0 mm
Rien		16,2	4,4	20,6	6,5	2,5	9,0
« Aglusol naturel »	0.01 %	20,3	13,5	33,8	7,2	4,9	12,1
	0.05 %	16,3	26,1	42,4	12,0	25,4	37,4
	0.10 %	15,2	50,6	65,8	10,4	62,7	73,1
« Aglusol sans NH_3 »	0.01 %	18,0	10,8	28,8	4,4	2,8	7,2
	0.05 %	8,3	45,9	54,2	11,4	24,0	35,4
	0.10 %	8,7	54,8	63,5	14,8	41,1	55,9
« SRS 88/52 »	0.01 %	11,9	12,3	24,2	10,8	8,5	19,3
	0.05 %	15,1	32,0	47,1	13,3	31,7	45,0
	0.10 %	12,8	51,7	64,5	12,9	43,4	56,3
« Krilium »	0.01 %	16,1	4,5	20,6	2,3	1,1	3,4
	0.05 %	13,7	12,5	26,2	7,5	6,4	13,9
	0.10 %	11,6	22,1	33,7	10,6	15,6	26,2

Ces analyses des agrégats stables à l'eau furent réalisées de la façon suivante : des échantillons de 50 gr. de sol furent prélevés au hasard pour chaque traitement. Ils furent ensuite soigneusement humidifiés, par « atomisation » d'eau distillée, mis à tremper dans l'eau distillée pendant 24 heures et ensuite, tamisés délicatement sous l'eau, par la méthode classique. Les agrégats obtenus sur tamis de 0,5 mm. et de 1 mm. furent séchés à 103°C et pesés. Les résultats obtenus par cette méthode, après plusieurs répétitions, nous ont donné toute satisfaction. Il faut signaler que ces valeurs représentent, non pas le pourcentage de macroagrégats présents à un moment donné dans le sol des pots en expérience, mais bien le pourcentage des agrégats retrouvés après que les échantillons eussent été séchés à l'air, humidifiés par « atomisation », et ensuite immergés dans l'eau distillée pendant 24 heures.
sation », immergés ensuite dans l'eau distillée pendant 24 heures, et finalement tamisés sous l'eau.

Il est intéressant, nous semble-t-il, de relier les données de ces tableaux aux activités microbiologiques.

Dans le sol témoin, le pourcentage de macroagrégats est en nette diminution au cours des deux expériences; cette perte est due, sans aucun doute, à la décomposition des matières qui agissent, naturellement, comme liants.

Dans le sol traité avec l' « *Aglusol naturel* », le pourcentage de macroagrégats est en diminution dans le sol des grands vases de végétation vernissés, du moins pour les traitements à 0.01 et 0.5 %; ce

TABLE 2

POURCENTAGES DES AGREGATS STABLES A L'EAU, DANS LES SOLS DES PETITS POTS.

Sol traité avec :	à raison de :	Analyses faites après : 1 mois 0.5 - 1.0 mm	1 mois 1.0 - 3.0 mm	1 mois 0.5 - 3.0 mm	2 mois 0.5 - 1.0 mm	2 mois 1.0 - 3.0 mm	2 mois 0.5 - 3.0 mm
Rien		3,0	2,6	5,6	4,4	4,2	8,6
« Aglusol naturel »	0.05 %	9.4	44,7	54,1	9,3	49,2	58,5
	0.10 %	11,4	59,2	70,6	5,8	78,3	84,1
« Aglusol sans NH_3 »	0.05 %	9.6	42,2	54,8	7,2	55,7	62,9
	0.10 %	11,3	69,9	81,2	5,3	82,7	88,0
« SRS 88/52 »	0.05 %	12.0	52,4	64,4	8,6	53,7	62,3
	0.10 %	10,5	62,5	73,0	6,6	80,7	87,3
« Krilium »	0.05 %	11,9	13,4	25,3	10,3	16,0	26,3
	0.10 %	19,9	40,3	60,2	16,8	37,0	53,8

pourcentage est en augmentation dans les sols traités à raison de 0.1 %. Pour le sol des petits pots, le même traitement a eu de meilleurs résultats; rappelons qu'il s'agit dans ce cas de pots de petites dimensions, très bien aérés et contenant un grand nombre de plantes, et donc une proportion de racines beaucoup plus forte.

Dans le sol traité avec l' « *Aglusol naturel* », le pourcentage de macroagrégats diminue pour les trois traitements, dans le cas des grands vases. Par contre, dans les petits pots, le pourcentage est en augmentation significative pour deux traitements, particulièrement pour le traitement à 0.1 %.

Dans le sol traité avec « SRS 88/52 », les effets de ce produit sont assez semblables à ceux de l' « Aglusol sans ammoniaque ». Dans les sols des grands vases de végétation, les pertes en macroagrégats sont toutefois un peu plus faibles.

Dans le sol traité au « Krilium », une grande partie des macroagrégats sont détruits en trois mois, dans la série des grands vases; la perte est très importante dans le sol traité à 0.01 %. Par contre, dans les petits pots où le semis était très dense, l'agrégation s'est maintenue dans le sol traité à 0.05 % et a augmenté de façon appréciable dans le sol traité avec 0.1 % de produit.

Pour l'examen microbiologique, les échantillons de sol furent prélevés au hasard à une profondeur de 4 cm.; les échantillons ainsi obtenus pour chaque répétition d'un même traitement furent soigneusement mélangés et séchés à 30°C. Après un nouveau mélange, une portion de 1 gr. fut prélevée et finement broyée au mortier; 500 mg. de cette portion étaient finalement suspendus dans un tube de 10 cc. d'eau stérile.

L'ensemencement des boites de Petri a été réalisé selon la méthode proposée par *Wiltgen* et *Bonnier* (2), méthode qui semble donner du sol une image fongique assez précise. La méthode d'ensemencement classique, par dilutions, favorise le développement sur plaques des formes qui sporulent facilement, telles la plupart des espèces des genres *Aspergillus*, *Penicillium*, etc... Ces espèces masquent souvent le développement d'autres formes très intéressantes du sol, mais sporulant moins facilement ou à développement plus lent. (Espèces appartenant aux genres *Mucor*, *Fusarium*, par exemple).

La méthode utilisée ici consiste à ensemencer massivement les boites de Petri; un échantillon de 0,5 g. de terre, séché à température ordinaire et finement divisé au mortier est suspendu dans un tube contenant 10 cc. d'eau stérile. De la suspension soigneusement agitée, on prélève au moyen d'une pipette graduée, 0,2 cc, déposés immédiatement en boites de Petri. Il importe de veiller soigneusement à ce que cette prise d'essai de 0,2 cc. soit constituée, non pas de la fraction liquide après décantation, mais bien de la suspension homogène de la terre dans l'eau stérile.

Afin d'éviter, autant que possible, le développement des bactéries, nous avons utilisé un milieu additionné de rose bengale et préconisé par *O.N. Allen* (3) :

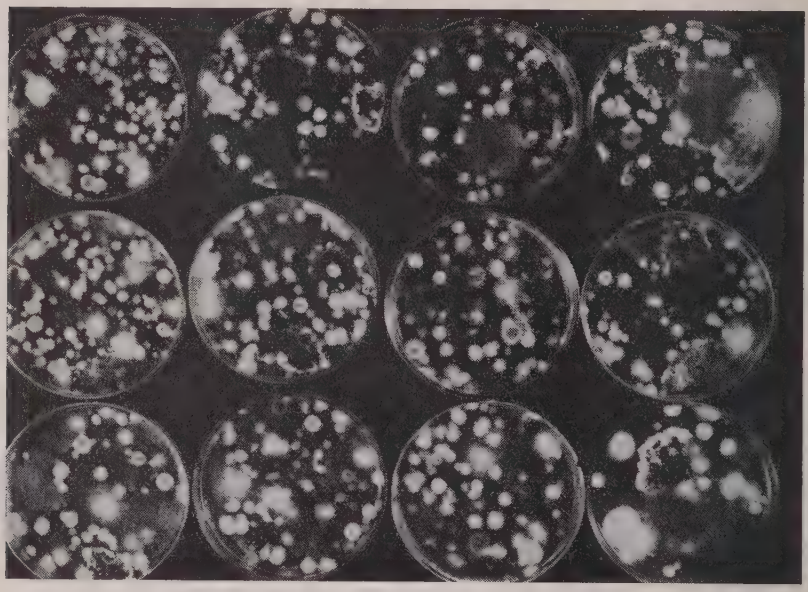
Glucose	10.0 g.
$NaNO_3$	1.0 g.
K_2HPO_4	1.0 g.
Extrait de sol	1.000 ml.
Rose bengale	1 part pour 15.000
Agar	15.0 g.

L'extrait de sol se prépare en autoclavant 500 g. d'un sol humifère, à 120° C., dans 1200 ml. d'eau distillée, pendant une heure. On filtre à travers papier. Le volume final de 1 litre doit avoir un pH de 6,5 à 7.

Le milieu est coulé dans la boîte contenant la prise d'essai de 0.2 cc; le contenu de la boîte est soigneusement homogénéisé et les plaques (six répétitions pour chaque objet), placées à l'étuve à 27° C.

RESULTATS OBTENUS. DISCUSSION.

Deux difficultés techniques furent à envisager, au cours de cet essai : la première et la plus importante consistait à suspendre parfaitement, dans un tube d'eau, une terre fortement « agrégée » par le traitement;



1 2 3 4

PHOTO 1.

1. Sol témoin.
2. Le même sol, traité avec 0.01 % de « SRS 88/52 », immédiatement avant l'inoculation en boîte de Petri.
3. Le même sol, traité dans les mêmes conditions avec 0,05 % de « SRS 88/52 ».
4. Le même sol, traité dans les mêmes conditions avec 0,10 % de « SRS 88/52 ».

la seconde résidait dans l'influence directe éventuelle, en boîte de Petri, du produit ajouté sur le développement des moisissures. En effet, le nombre et la nature des colonies obtenues sur boîtes de Petri pouvait dépendre et de l'état physique du sol amélioré par les produits étudiés mais aussi de l'action directe éventuelle, sur le développement des colonies fongiques, de ces produits introduits dans les boîtes de Petri avec

l'inoculum. La première difficulté fut pratiquement résolue par l'utilisation de la méthode d'ensemencement massif. En effet, peu importe ici que la terre fortement « agrégée » se dépose rapidement et totalement après suspension, puisqu'on prélève pour l'ensemencement, non seulement le liquide après décantation, mais également les particules de terre en suspension. Ainsi, les filaments myceliens, intimement liés aux particules, sont ici prélevés; par contre, ces mêmes filaments myceliens seraient négligés dans la méthode des dilutions.

Pour ce qui concerne le second point, c'est-à-dire pour distinguer entre l'influence « indirecte » et l'influence « directe » des produits sur le développement des colonies de moisissures, du sol témoin non traité a été prélevé dans les différents pots de Luzerne et séché à l'air. Il fut ensuite traité avec 0,01 %, 0,05 % et 0,10 % du produit « SRS » 88/52, *immédiatement avant d'être utilisé pour l'inoculation des boîtes.* Ainsi donc, l'établissement d'une structure favorable préalable n'a pu, dans ce cas, avoir d'influence sur l'évolution de la microflore. Cet essai a montré que par eux-mêmes et agissant extemporanément, les produits utilisés n'affectent pratiquement pas le nombre de colonies de moisissures. Ils n'ont par ailleurs aucune action toxique sur les microorganismes étudiés. Les modifications que nous observerons, sur le sol traité depuis un certain temps, seront donc dues exclusivement à l'amélioration durable de la structure.

A l'occasion d'essais préliminaires d'orientation, nous avions observé que le nombre de colonies obtenues sur plaques dépendait, dans une certaine mesure, de la durée de contact de la terre avec l'eau, lors de la mise en suspension des échantillons en vue de l'inoculation en petri.

Combien de temps devaient séjourner dans le tube de 10 cc. d'eau stérile, les 500 mg de terre, avant leur utilisation pour l'ensemencement des boîtes ? Ceci afin d'obtenir des résultats comparables. Pour chaque cas, nous avons comparé le sol témoin, prélevé dans les vases de végétation, avec le même sol, traité au moyen de différents produits. Quoique la méthode d'encemencement massif ne puisse donner que des images mycologiques et non des résultats quantitatifs précis, nous donnons ci-dessous, dans la table n° 3, les résultats obtenus.

Les colonies ont été comptées après 36 heures d'étuve à 27° C.

TABLE 3.

Durée de trempage	Nombre de Colonies	
	Sol témoin	Sol traité avec 0,1 % « SRS 88/52 »
1 heure	109	237
2 heures	288	275
4 heures	317	487
6 heures	310	487
24 heures	420	649
48 heures	664	774

Sur la base des observations faites, il fut décidé de laisser tous les sols 4 heures dans l'eau stérile à 27°C., avant leur utilisation pour l'ensemencement.

Nous venons de signaler que, dans la méthode d'ensemencement massif, un comptage précis n'est pas toujours possible.

Aussi, les observations qui vont suivre relatent les changements observés dans la population fongique d'un sol dont la structure fut améliorée par l'emploi de « conditionneurs ».

Un ensemencement massif réalisé à partir des sols des grands vases de végétation, 15 jours après le traitement permit de constater :

1° Aucun des quatre produits à l'essai ne montre, aux concentrations utilisées (0.01 %, 0.05 % et 0.1 %) le moindre signe de toxicité.

2° En règle générale, si on fait la proportion entre colonies de moisissures et de bactéries dans les plaques, on constate que, dans les sols traités, les moisissures sont plus nombreuses que dans le sol témoin. Cette observation vaut à un degré moindre pour les sols traités avec le produit « Aglusol naturel ». Ce dernier contient en effet assez bien d'ammoniaque.

3° Tous les traitements (le produit « Aglusol naturel » à un degré moindre ici également), favorisent le développement d'espèces des genres *Mucor* et *Fusarium* notamment.

La même technique d'ensemencement massif, réalisée avec les mêmes sols, six à huit semaines cette fois après l'établissement de l'essai, ne montre pratiquement pas de changements appréciables.

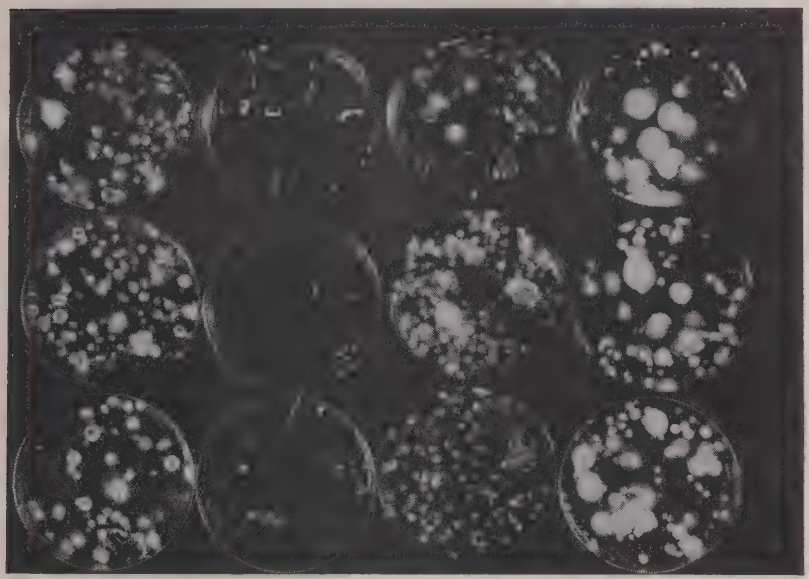
En général, il semble que la quantité de moisissures par plaque augmente avec la concentration en produits « agrégeants ». Les colonies étaient en effet plus nombreuses dans les sols traités que dans les sols non traités.

Dans ce cas comme lors des premiers ensemencements (deux semaines après le traitement), les sols traités avec l' « Aglusol naturel » laissaient apparaître des colonies bactériennes en plus grand nombre.

Après trois mois de développement des Luzernes, de nouveaux ensemencements massifs furent réalisés. A ce stade, nous avons pu observer des différences très nettement définies, dans la population fongique des sols traités différemment. Comme lors des précédents ensemencements, mais plus clairement encore ici, il fut observé que le produit « SRS 88/52 » provoque un développement abondant d'une espèce de *Penicillium* à mycelium très développé (fort probablement du *Penicillium candidum).* Ce *Penicillium* qui apparaît en plaques sous forme de grandes colonies, épaisses et blanchies, a montré un développement maximum dans les boîtes ensemencées avec le sol traité au moyen de 0,1 % du produit « SRS 88/52 ».

D'autre part, l'effet dépressif sur les moisissures de l'ammoniaque contenu dans le produit « Aglusol naturel » apparaît clairement. La photo 2 est significative à cet égard.

Le cliché 2 ci-dessous permet de comparer 3 produits; il montre que dans le sol traité avec « Aglusol naturel » (contenant beaucoup d'NH_3) les bactéries se sont développées au détriment des moisissures. Par contre, dans les sols traités avec « Aglusol sans NH_3 » et « SRS 88/52 », s'il y a moins de bactéries, de très nombreuses colonies de moisissures apparaissent.



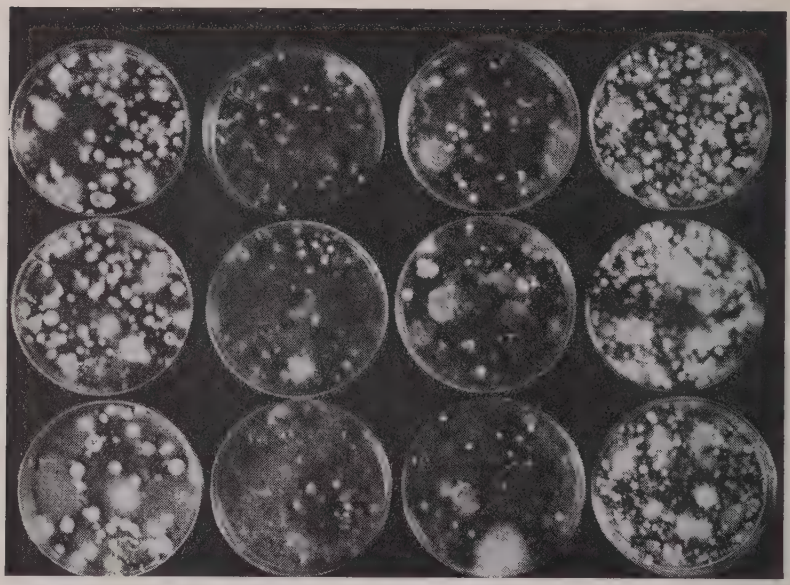
1 2 3 4

PHOTO 2.

1. Sol non traité.
2. Le même sol traité avec le produit « Aglusol naturel ».
3. Le même sol traité avec le produit « Aglusol sans NH_3 ».
4. Le même sol traité avec le produit « SRS 88/52 ».

D'autre part, les sols traités avec « Aglusol sans NH_3 » se comportent différemment suivant la concentration du produit utilisé. Ainsi, le sol traité à raison de 0.01 % laissait voir plus de bactéries que les sols traités à raison de 0.1 %. Ces derniers contiennent par contre nettement plus de moisissures. A la suite des observations que nous avons faites, nous pensons que l'agrégation du sol provoquée par ce produit, avec tout ce que cela implique au point de vue amélioration de la structure, stimule le développement des bactéries qui apparaissent d'ailleurs sur les boîtes ensemencées de sol traité à raison de 0.01 %. Par contre, ces bactéries, bien que présentes en très grand

nombre, apparaissent difficilement sur les boîtes ensemencées de sol traité à raison de 0.1 %; à ces concentrations en effet, l'agrégation est tellement forte que les bactéries, étroitement imbriquées aux particules de sol, ne peuvent se suspendre dans l'eau de dilution et restent agglomérées. Les moisissures se développent alors plus rapidement que les bactéries. Le cliché suivant illustre cette situation.



1 2 3 4

PHOTO 3.

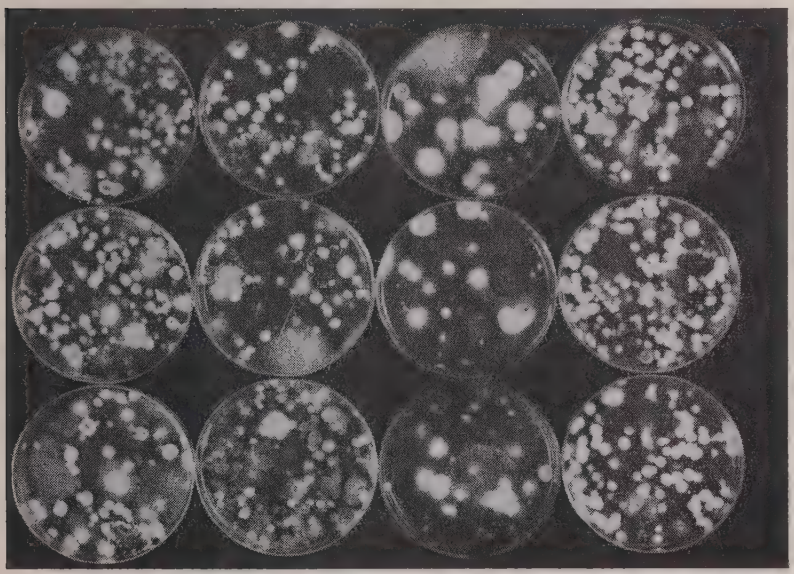
1. Sol non traité.
2. Sol traité à raison de 0.01 % d'« Aglusol sans NH_3 ».
3. Sol traité à raison de 0.05 % d'« Aglusol sans NH_3 ».
4. Sol traité à raison de 0.1 % d'« Aglusol sans NH_3 ».

Par opposition aux produits « Aglusol » et « SRS 88/52 » le « Krilium » a un pouvoir d'agrégation plus faible et comparativement moins durable pour le sol étudié (cfr. table 1). Après un séjour de trois mois en vases de végétation les sols traités avec du « Krilium » sont très semblables, au point de vue population fongique aux sols non traités.

Les essais qui viennent d'être rapportés ont été exécutés avec des échantillons de sols traités et non traités, prélevés dans les grands vases de végétation, vernissés extérieurement, où se développaient des plantes de Luzerne.

*
* *

Les mêmes essais ont été réalisés à partir d'échantillons prélevés dans les petits pots, non vernissés, dont il a été question plus haut dans l'exposé des méthodes. Dans ces petits pots, l'aération du sol était de loin meilleure, malgré le fait que le ravitaillement en eau se faisait par arrosage en surface. Dans les pots contenant de la terre, traitée à raison de 0.05 et 0.1 % des produits « Aglusol sans NH_3 » et « SRS 88/52 » les conditions furent tellement favorables au développement des moisissures que, dans de nombreux cas, des espèces de Mucoracées se développaient abondamment à la surface du sol.



1 2 3 4

PHOTO 4.

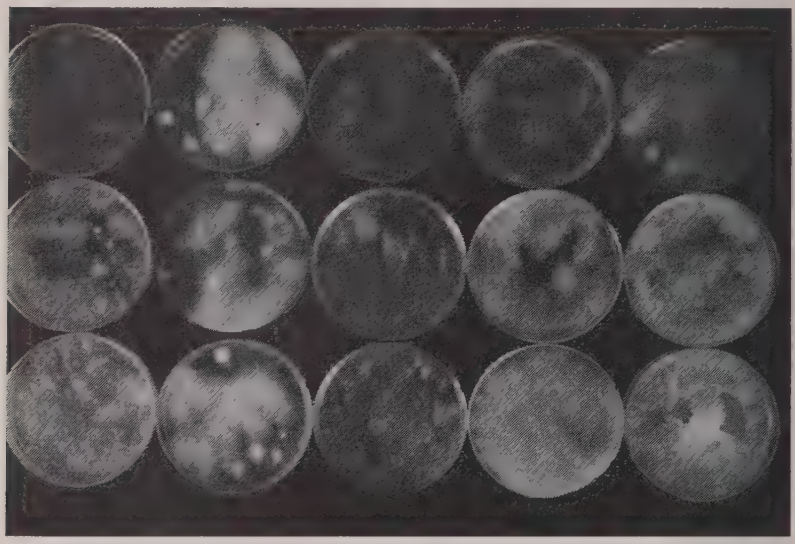
1. Sol non traité.
2. Sol traité à raison de 0,01 % de « Krilium ».
3. Sol traité à raison de 0,05 % de « Krilium ».
4. Sol traité à raison de 0,1 % de « Krilium ».

Utilisant toujours notre méthode d'ensemencement massif, nous avons observé, après 1 mois de traitement de ces sols, que :

1° Les Mucoracées ont été très fortement stimulées dans les sols traités à raison de 0.05 et 0.1 % du produit « Aglusol sans NH_3 », stimulées par un traitement à 0.05 % d'« Aglusol naturel » et inhibées par un traitement à 0.1 % de ce dernier produit. Cette inhibition est due sans aucun doute à la concentration élevée en NH_3.

Le cliché suivant illustre cette première conclusion.

2° Le sol traité au moyen du produit « SRS 88/52 » semble donner moins de colonies de moisissures sur les plaques que le sol non traité, mais la composition de la flore fongique est très différente; en effet, nous observons ici la présence de nombreuses colonies de *Penicillium* à mycelium très développé, *Penicillium candidum* fort probablement, ainsi qu'il fut déjà remarqué lors des ensemencements à partir des sols des grands vases. (cfr. photo 2).



1 2 3 4 5

PHOTO 5.

1. Sol non traité.
2. Sol traité à raison de 0.05 % d'« Aglusol naturel ».
3. Sol traité à raison de 0.1 % d'« Aglusol naturel ».
4. Sol traité à raison de 0.05 % d'« Aglusol sans NH_3 ».
5. Sol traité a raison de 0.1 % d'« Aglusol sans NH_3 ».

Ces colonies de *Penicillium* sont plus développées dans les boîtes contenant du sol traité à raison de 0.1 % que dans les boîtes contenant du sol traité à 0.05 %. Le développement de ces espèces est tel qu'il est fort possible qu'elles puissent inhiber le développement d'autres espèces de moisissures.

3° les sols traités au « Krilium » fournissent toujours moins de colonies que le sol non traité, mais ces colonies sont constituées d'espèces nettement différentes. En effet, dans les boîtes ensemencées de sols traités

au « Krilium » apparaissent beaucoup de colonies denses de Mucoracées ainsi que le montre la photo 6 ci-dessous.

1

2

PHOTO 6.

1. Sol non traité.
2. Sol traité au « Krilium »

Ces conclusions ont été confirmées lors de nouveaux ensemencements.

RESUME.

Les « conditionneurs » de sol utilisés, le produit belge « Aglusol » et le produit américain « Krilium » (formulation 9) ont un effet favorable très net sur la structure du sol étudié. Ils augmentent d'une manière très significative le pourcentage de macroagrégats stables à l'eau et, par là, rendent le sol particulièrement favorable, physiquement, au développement des moisissures.

L'action des « conditionneurs » de sol est tellement nette à ce propos que, dans certaines conditions de température et d'humidité, des moisissures, du genre *Mucor* notamment, se développent à la surface du sol non stérile, placé en vases de végétation.

D'une façon générale, les sols traités contiennent beaucoup plus de colonies à mycélium très développé, *Mucor* et *Fusarium* par exemple, *Penicillium candidum*, etc..., et moins d'espèces à sporulation plus abondante et développement végétatif moindre, tels *Penicillium glaucum*, *Aspergillus niger*, etc.

Aucun effet toxique n'a été observé pendant les trois mois au cours desquels les ensemencements furent effectués.

Des difficultés techniques, dues notamment à la suspension dans l'eau stérile de terres trop bien « agrégées » ont été surmontées en ensemençant massivement les boîtes de Petri.

BIBLIOGRAPHIE.

(1) MANIL G., 1952. *Ann. Soc. Geol. de Belg.*, 75, 153-165.

(2) WILTGEN N. et BONNIER Ch., 1952. *Bull. Inst. Agr. et Sta. Rech. de Gembloux*, XX n° 3-4, 391-396.

(3) ALLEN O. N., 1949. *Experiments in Soil Bacteriology*. Burgess Publishing Co. Minneapolis 15, Minnesota.

CHAIRE DE MATHEMATIQUES

Relations entre protéines et matières grasses du lait

ETUDE STATISTIQUE

par P. DE MUNTER.

§ 1. *Résumé.*

Les résultats des expériences faites par divers auteurs sont soumis à l'analyse statistique. Il appert que les données ne satisfont pas, en général, aux conditions imposées par la théorie classique de l'échantillonnage. Aussi, des tests paramétriques et non paramétriques sont-ils appliqués. Les données de *Bonnier, Hausson* et *Jarl*, [1], permettent d'établir une relation numérique entre les teneurs moyennes en protéines et matières grasses du lait. L'indice de corrélation calculé pour cette loi vaut approximativement l'unité. Ces considérations s'appliquent, assez grossièrement, aux données fournies par *Antoine*, [2].

§ 2. *Exposé du problème.*

2. 1. Dans un article récent, *Antoine*, [2], a considéré le problème de la dépendance entre les teneurs en protéines et en matières grasses du lait, sur la base de 91 analyses. Le lait provenait de 9 vaches de Haute et Moyenne Belgique. Les expériences ont été faites de janvier à juin afin d'éliminer une influence saisonnière éventuelle. Les taux en matières grasses sont groupés et les points milieux des intervalles sont arbitrairement choisis pour représenter les données appartenant à ces intervalles. Les taux en protéines correspondant aux intervalles sont associés aux points milieux. On a un diagramme de la forme

$$(x_1 \; ; \; Y_{11} \; , \; Y_{12} \; , \; \ldots \; Y_{1n_1}),$$

où x_i est l'abcisse du point milieu du i^e intervalle.
Y_{ij} représente le j^e taux en protéine du i^e intervalle,
n_i représente le nombre d'observations dans le i^e intervalle;

on a

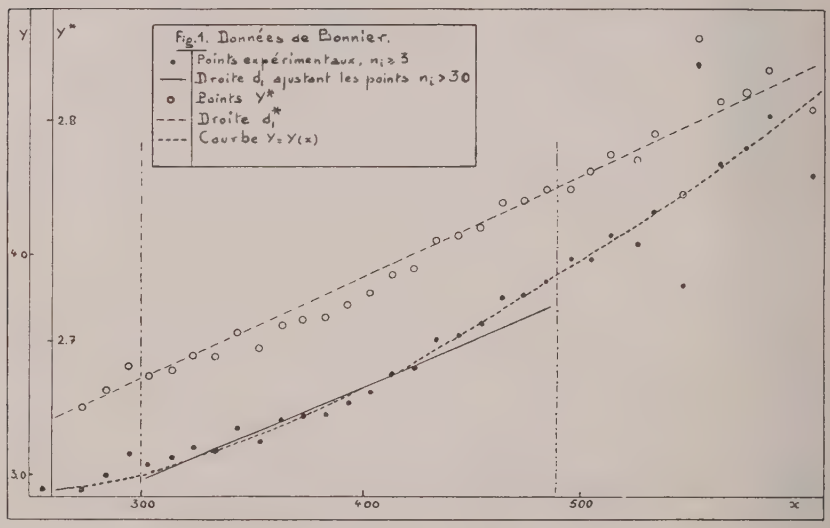
$$\sum_i n_i = n ,$$

n représentant le nombre total d'expériences.

L'auteur a calculé le coefficient de corrélation (linéaire) entre les x_i et les Y_{ij} et trouve environ 0,64. Il conclut à la signification de ce coefficient et à l'existence d'une corrélation positive entre les variables considérées.

Remarquons que cette corrélation a été calculée entre certaines valeurs d'une variable aléatoire, (les Y_{ij}), et les abcisses des points milieux d'intervalles, représentant plus ou moins bien les moyennes des observations appartenant à ces intervalles. D'autre part, ces abcisses sont dépourvues de tout caractère aléatoire. Les données d'Antoine font l'objet de la figure 2.

2. 2. Le travail d'*Antoine* lui a été suggéré par une étude antérieure due à *De Vuyst*, [3], et relative au même problème. Cet auteur, obtenant un diagramme de dispersion plus ou moins épars, conclut, arbitrairement et erronément du seul fait de l'éparpillement du diagramme, à la non existence d'une corrélation quelconque entre les variables. Nous reviendrons à cette question au § (3. 4).



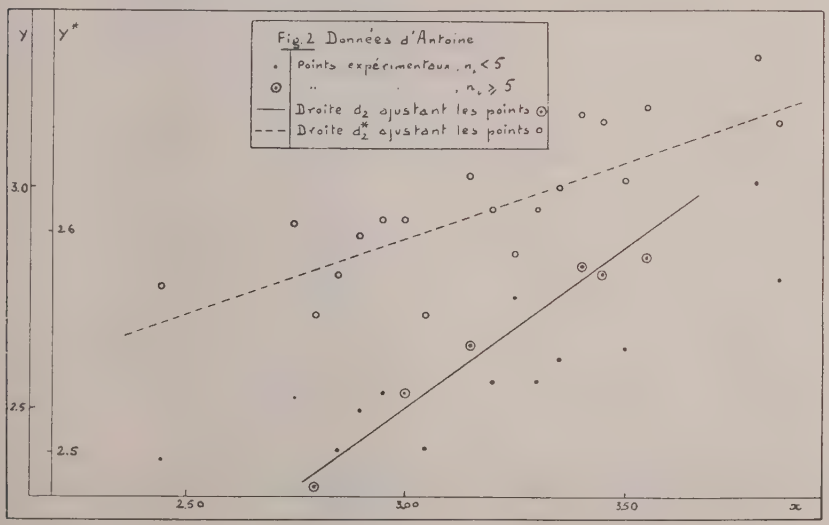
2. 3. En 1946, les Suédois *Bonnier*, *Hausson* et *Jarl*, [1], ont publié un travail abondant sur le lait où il est question, entre autres, de la dépendance entre les teneurs en matières grasses et protéines du lait. Les observations résultent de 2.152 expériences. Encore une fois, les teneurs en matières grasses ont été groupées, mais ici, on considère en

fait la moyenne des observations appartenant à un intervalle. Dans de nombreux cas, le nombre d'observations étant suffisant, cette moyenne coïncide, aux approximations de mesure près, avec le point milieu de l'intervalle. A ces moyennes, on a associé les moyennes des observations des teneurs en protéines. Le diagramme résultant est un diagramme de régression. Les auteurs ont testé la linéarité et la quadraticité de la régression protéine — matière grasse. Ils ont été amenés à rejeter ces deux hypothèses. Les données qui nous intéressent dans le travail suédois font l'objet de la figure 1.

2. 4. Nous avons repris le travail suédois en tentant d'astreindre les données aux conditions imposées par l'analyse statistique. Nous arrivons aux conclusions suivantes :

a) dans un certain intervalle de variation du taux en matières grasses, (3,0 à 5,0), la dépendance, entre les moyennes des teneurs en protéines et le *paramètre* « teneur moyenne en matière grasse », est approximativement linéaire;

b) dans tout l'intervalle observé, la dépendance entre les moyennes des teneurs en protéines et la *variable* « teneur moyenne en matière grasse », est exponentielle.



2. 5. Les données d'*Antoine* et de *De Vuyst* ne satisfaisant pas aux conditions imposées par la théorie, les conclusions précédentes peuvent difficilement leur être appliquées. Néanmoins, on constate en ce qui concerne les données d'*Antoine*, par exemple, qu'elles les confirment grossièrement.

§ 3. *Etude des données.*

L'étude statistique des données de *Bonnier*, *Hausson* et *Jarl* est divisée en deux parties, suivant que l'on considère les observations relatives aux $n_i > 30$ ou $\geqslant 3$.

3. 1. $n_i > 30$. Il existe 19 intervalles contenant chacun plus de 30 observations; (cf. table 1, [1]). Les moyennes de ces observations sont seules considérées. Une règle pratique en statistique permet d'admettre qu'une moyenne calculée sur plus de 30 observations a une fonction de distribution approximativement normale. En ce qui concerne les teneurs en matières grasses, les moyennes groupales x_i coïncident chaque fois — aux approximations de mesures près — avec les points milieux des intervalles. La coïncidence est d'autant meilleure que le nombre d'observations n_i est plus grand. On peut donc supposer que les abcisses des points milieux sont les moyennes des populations des observations dans les groupes. Ces moyennes populations sont des nombres non aléatoires, autrement dit, différentes valeurs attribuées à un paramètre x, le taux moyen de matières grasses dans un intervalle donné. On a fait correspondre à ces valeurs les moyennes Y_i des observations des teneurs en protéines. Ces moyennes ont des distributions approximativement normales de moyennes μ_i et d'écarts types σ_i . Supposons que les moyennes μ_i dépendent du paramètre x et que tous les écarts types soient les mêmes, $\sigma_i = \sigma$, quel que soit i. Supposons, en outre que la dépendance μ_i (x) soit linéaire. Nous testerons plus loin cette dernière hypothèse. On se trouve dans le cas d'une régression simple relative à un échantillon de 19 paires (x_i, Y_i) où les x_i sont non aléatoires. A chaque x_i correspond un Y_i distribué normalement avec une moyenne $\alpha + \beta\ (x - \bar{x})$ et un écart type σ. Les paramètres α, β, σ sont inconnus, mais on peut en calculer de bonnes estimations, (cf. Cramer, [4], page 549),

$$\hat{\alpha} = \overline{Y} = 3{,}35;$$

$$\hat{\beta} = \frac{\Sigma\, n_i\, (x_i - \bar{x})\ (Y_i - \overline{Y})}{\Sigma\, n_i\, (x_i - \bar{x})^2} = 0{,}421;$$

$$\hat{\sigma}^2 = S_2^2\ (1 - R^2) = 0{,}007.$$

Dans ces formules,

$\bar{x}$ est la moyenne des x_i,
$\overline{Y}$ est la moyenne des Y_i,
S_2^2 est la variance des Y_i,
R est le coefficient de corrélation.

On a calculé pour R la valeur 0,91, hautement significative; (cf. table de R. A. Fisher, [5], page 197).

L'hypothèse de linéarité, énoncée plus haut, peut être testée, soit au moyen de tests paramétriques, soit au moyen de tests non paramétriques.

Si l'on suppose que la distribution d'échantillonnage de R est normale, la moyenne vaut approximativement ρ et l'écart type $\frac{1 - R^2}{\sqrt{n}}$

Dans ces conditions, on est amené à rejeter l'hypothèse que le coefficient de corrélation population ρ est égal à l'unité.

On peut également tester cette hypothèse au moyen d'un test non paramètrique, c'est-à-dire indépendant de toute hypothèse relative à la distribution d'échantillonnage de R. Considérons la droite $\alpha + \beta (x - \bar{x})$; (droite d_1 de la figure 1). Les 3 quartiles de l'échantillon des x partagent l'intervalle considéré en 4 groupes. Soient $U_1 = 1$, $U_2 = 3$, $U_3 = 2$, $U_4 = 0$, les nombres de points du diagramme dans chaque groupe et *sous* la droite d_1. La variable

$$K = \sum_{i=1}^{4} (U_i - 2)^2,$$

distribuée approximativement suivant la fonction χ^2 avec 4 degrés de liberté, prend la valeur 6, inférieure au seuil 5 % de la distribution χ^2. On est donc amené à ne pas rejeter l'hypothèse selon laquelle les moyennes μ_i dépendent linéairement des x. Ce test est décrit en détail à la page 407 du traité de Mood, [6]. Son emploi est entièrement justifié ici, du fait que les moyennes et les médianes des distributions des Y_i coïncident.

Les deux tests utilisés ci-dessus conduisent à des conclusions contradictoires. Nous allons voir plus loin, qu'appliqués à l'hypothèse d'une régression exponentielle, ils conduisent à des conclusions concordantes. Le test non paramétrique est évidemment grossier du fait de l'imprécision du dessin.

3. 2. Les considérations qui précèdent ne peuvent s'appliquer à aucun des travaux de *De Vuyst* ou d'*Antoine*, étant donné qu'aucun d'eux ne comprend des $n_i > 30$.

Néanmoins, si l'on considère les observations d'*Antoine* telles que $n_i \geqslant 5$, on voit, (cf. figure 2), que les 6 points moyens sont approximativement collinéaires. La droite d_2 de la figure ajuste le mieux ces 6 points au sens des moindres carrés. Elle a pour équation

$$Y = 0.7\ x + 0.4$$

La comparaison entre les droites d_1 et d_2 ne vaut que pour un intervalle de variation des x commun aux deux diagrammes. Tout au plus peut-on remarquer que les coefficients angulaires sont du même ordre de grandeur.

3. 3. $n_i \geqslant 3$. Les données de *Bonnier*, *Hausson* et *Jarl* comprennent 34 intervalles contenant 3 et plus de 3 observations, dont les auteurs ont donné les moyennes. Les autres intervalles, contenant 1 et

2 observations ne nous intéressent pas, la moyenne perdant tout son sens dans ce cas. Il apparaît sur la figure 1 que les points expérimentaux ne sont pas collinéaires; d'ailleurs, un test de linéarité appliqué par les auteurs suédois conduit au rejet de cette hypothèse. Ils ont également testé, mais en vain, une régression quadratique. Notons d'ailleurs que les conditions d'application de tels tests ne sont pas remplies. Dans 15 cas, les moyennes Y_i (calculées sur moins de 30 observations) ne peuvent plus être considérées comme distribuées normalement.

Afin d'obtenir néanmoins une forme analytique de la fonction $Y = Y(x)$ nous allons tenter de linéariser le diagramme. Dans ce but, nous utilisons un double passage aux coordonnées semilogarithmiques en posant

$$Y^* = \lg (1000 \lg Y),$$

où les *lg* sont calculés dans la base 10. Les valeurs de Y^* sont pointées sur la figure 1. A trois exceptions près, les points (x, Y^*) sont assez bien en ligne droite. La droite d_1^* ajuste le mieux les données (x, Y^*), au sens des moindres carrés; elle a pour équation

$$Y^* = 0.046\ x + 2.545\ .$$

On peut appliquer à la droite d_1^* le test non paramétrique cité plus haut. L'hypothèse que l'on teste en fait exprime que les médianes des distributions des Y^* sont collinéaires. On peut exécuter le test soit en observant les points appartenant aux intervalles interquartiles (4 degrés de liberté), soit en observant les points appartenant aux intervalles interoctiles (8 degrés de liberté). Dans les deux cas on est amené à accepter l'hypothèse de linéarité des médianes.

On déduit des deux relations précédentes,

$$\lg Y = 10^{0,046\ x\ -\ 0,455}.$$

La courbe $Y = Y(x)$ est définie; elle a été dessinée sur la figure 1. On constate qu'elle ajuste bien le diagramme (x, Y) et qu'elle fournit, entre autres, un meilleur ajustement que la droite d_1 pour les points de l'intervalle où $n_i > 30$. On mesure la qualité d'un tel ajustement curvilinéaire au moyen d'un coefficient H appelé indice de corrélation et défini de la manière suivante,

$$H^2 = 1 - \frac{\Sigma\, n_i\, [Y_i - Y(x_i)]^2}{\Sigma\, n_i\, (Y_i - \overline{Y})^2}.$$

On observe pour l'intervalle (3,00 — 5,00) une valeur $H > 0{,}99$. On est amené à ne pas rejeter l'hypothèse selon laquelle les moyennes μ_i dépendent exponentiellement de x.

On peut appliquer à la courbe $Y = Y(x)$ le test non paramétrique basé sur l'observation des variables U_i ; dans le cas d'intervalles interquartiles on observe, (voir figure 1), $U_1 = 1$, $U_2 = 2$, $U_3 = 2$, $U_4 = 1$. On obtient pour K la valeur 2, ce qui nous amène à une conclusion concordante avec celle déduite de la considération de H.

3. 4. La méthode exposée au § précédent est applicable aux données d'*Antoine*. Il apparaît nettement, sur la figure 2, que le diagramme des points (x, Y*) est plus linéaire que celui des points (x, Y). Le calcul du coefficient R_{x,y^*} indique d'ailleurs que la transformation logarithmique a linéarisé les données. En effet, on trouve que $R_{x,y^*} = 0{,}76$, alors que $R_{x,y}$ calculé par ANTOINE, vaut 0,64. La droite d_2^* ajuste le mieux, au sens des moindres carrés, les points (x, Y*). Elle a pour équation

$$Y^* = 0{,}07\ x + 2{,}4\,.$$

Les droites d_1^* et d_2^* sont difficilement comparables. On peut remarquer toutefois que les coefficients angulaires sont du même ordre de grandeur.

3. 5. Lorsqu'on trace le diagramme de régression des données de DE VUYST, on constate que pour des teneurs en matières grasses allant de 2,4 à 3,0, les taux moyens en protéines décroissent. Ce phénomène n'apparaît ni sur les données suédoises, ni sur les données d'Antoine. Dans son ensemble, la dépendance $Y = Y(x)$ est, en ce qui concerne les observations de *De Vuyst*, d'un autre type que le type exponentiel. Ce fait mérite, sans doute, de retenir l'attention des expérimentateurs.

§ 4. *Conclusions.*

Il apparaît, d'après ce qui précède, que l'analyse statistique est limitée dans ses possibilités dès que les données ne satisfont plus aux conditions imposées par la théorie. Cela n'est pas spécifique aux expériences tentées sur le lait; cela apparaît chaque fois que l'observateur n'a pas élaboré, au préalable, un plan d'expérimentation susceptible de répondre le mieux possible aux questions que l'on se pose.

Dans le cas qui nous occupe, la relation que l'on recherche, entre les taux de matières grasses et de protéines du lait, n'a un sens que dans des conditions parfaitement déterminées d'espèces, de climat, de saison, de nourriture, etc... On voit apparaître la nécessité d'un plan d'expérience relatif à une analyse de la variance.

La dispersion des données et la diversité des diagrammes résultent de l'action de facteurs non contrôlés et non éliminés; (souvent incontrôlables, d'ailleurs).

D'autre part, étant données des conditions d'expériences bien déterminées, la relation peut être recherchée dans des buts différents, lesquels infèreront sûrement sur le plan d'expérience. Si de la relation entre protéines et matières grasses doit dépendre l'alimentation du bétail, il est évident qu'il faudra beaucoup d'analyses sur peu de vaches d'une même espèce. Si, par contre, l'observateur a en vue le problème de la consommation du lait, les expériences doivent avoir lieu (plus rarement) sur un grand nombre de vaches et au même moment; (les échantillons prélevés dans les laiteries sont dans ce cas). On voit ainsi combien ces aspects simples de la même question suscitent deux méthodes d'expérimentation différentes. Les problèmes infiniment plus compliqués qui se

posent dans l'industrie laitière ne peuvent donc être résolus qu'à la suite d'expériences parfaitement bien planifiées. Il en va d'ailleurs de même pour tous les problèmes qui se posent en biologie.

Nous devons à l'amabilité de Monsieur P. Gillis, directeur du Séminaire de Statistique Mathématique à l'U.L.B. d'avoir pu effectuer nos calculs sur les machines de l'Université.

Nous remercions bien vivement Monsieur Antoine d'avoir bien voulu lire le manuscrit et nous éclairer de ses conseils.

BIBLIOGRAPHIE

[1] BONNIER, HAUSSON et JARL. — *Acta Agricultura Suecana.* Vol. II, p. 160, 1946.

[2] ANTOINE, A. — *Bulletin de l'Institut Agronomique et des Stations de Recherches de Gembloux.* Tome n° 20, p. 5, 1952.

[3] DE VUYST, A., VERVACK, W., VAN ROY, R. — *Agricultura,* vol. 4, pp. 55 à 62, 1948.

[4] CRAMER, H. Mathematical Methods of Statistics. Princeton, 1946.

[5] FISHER, R. A. Les méthodes statistiques adaptées à la recherche scientifique. Trad. par I. Bertrand. P.U.F., 1947.

[6] MOOD, A. Introduction to the theory of statistics. Mc Graw-Hill. N-Y, 1950.

STATION DE RECHERCHES DE L'ETAT POUR L'AMELIORATION DES PLANTES DE GRANDE CULTURE, GEMBLOUX.

Effets morphologiques, physiologiques et cytologiques dus à l'action de l'isopropylphénylcarbamate sur les genres *Allium, Vicia* et *Hordeum*

par

P. DERENNE

INTRODUCTION

La mito-inhibition n'est pas un phénomène cellulaire exceptionnel. Beaucoup de substances chimiques ont, en effet, le pouvoir d'inactiver le fuseau caryocinétique et d'empêcher une cinèse normale.

C'est la découverte des excellents résultats que donne la colchicine comme agent de polyploïdie expérimentale qui donna l'élan aux recherches dans ce domaine de biologie cellulaire. Celles-ci devaient montrer que la mito-inhibition n'est pas le monopole de telle fonction ou tel radical chimique, mais que de nombreux produits organiques contrarient le développement normal de la division nucléaire et cellulaire.

Parmi eux, on peut ranger la famille des esthers arylcarbamiques et dérivés. Leur action cyéologique fut étudiée par *J. Lefèvre* (1939, éthylphenylcarbamate), *G. Deysson* (1944, idem) et plus récemment par *E. Battaglia* (1949, ethylcarbamate). Leurs conclusions sont concordantes : ces corps possèdent une action mitoclasique très nette. *Doxey* détermina, d'autre part, les effets cytologiques de l'isopropylphénycarbamate, produit sur lequel *Templeman* et *Sexton* avaient attiré l'attention des milieux intéressés à la lutte contre les mauvaises herbes. Ces deux chercheurs, étudiant l'action de nombreux esthers arylcarbamiques sur des mélanges de céréales et de dicotylédonées, constataient que l'isopropylphénylcarbamate était, parmi tous, celui qui avait l'activité la plus forte, et mettaient l'accent sur son action sélective (les monocotylédones y sont plus sensibles que les dicotylédones), en la

comparant à celle également sélective, des phytohormones (les monocotylédones y sont moins sensibles que les dicotylédones) et en la considérant comme l'exacte réciproque de celle-ci.

C'est la possibilité d'une quelconque relation entre la mito-inhibition et plus particulièrement les doses-seuils requises pour l'obtenir, d'une part, et l'action toxique sélective sur la végétation, d'autre part, qui fut la raison de cette étude.

Je remercie vivement le Dr *Levan* (Département de cytogénétique de l'Association Suédoise des Semences à Svalöv, où se fit cette recherche) pour les facilités accordées et pour ses précieux conseils et l'Ing. *Tjio Joe Hin* (Station expérimentale de Aula Dei, Saragosse) pour ses encouragements et son aide constante. D'autre part, je tiens à exprimer ma sincère gratitude à mon Directeur, le Pr *Larose*, qui me fit accorder les moyens de faire un stage en Suède (juin-décembre 1949).

MATERIEL ET METHODES

L'isopropylphénylcarbamate (IPC) : C_3H_7—COO—NH—C_6H_5 (P.M. : 179,2) est un produit cristallisé blanc, peu soluble dans l'eau, mais très soluble dans l'alcool. Pour préparer des solutions aqueuses de substances de faible solubilité, on disperse dans l'eau des solutions alcooliques très concentrées. Lorsque la dispersion est rapide, on obtient une solution parfaite, exempte de particules cristallisées. Les concentrations sont établies en fonction du poids moléculaire de la substance et exprimées en 10^{-6} mol./litre. La solution saturée est d'environ $10^{-6} \times 750$ mol./litre.

Le matériel d'étude se composait de :

a) bulbes d'*Allium cepa* et bulbes d'*Allium cepa* x *Allium fistulosum*.
b) graines de *Vicia faba*.
c) grains d'*Hordeum sativum*.

Les bulbes étaient placés sur des tubes à essai, les graines et grains germés parsemaient une pièce de canevas, dans les deux cas, les racines plongeant dans la solution.

I. EFFETS MORPHOLOGIQUES ET PHYSIOLOGIQUES

Action directe sur *Hordeum*.

a) sur les racines.

Dans chacun des essais, les objets d'expérience ont été traités par des concentrations allant de 10^{-3} à 10^{-9}. Il y avait deux témoins : C_1 et C_2.

Chaque jour, pendant douze jours, la longueur des racines fut mesurée. C'est toujours la plus longue racine qu'on mesure, en admettant (bien que ce ne soit pas toujours vrai) que sa longueur est en rapport avec la moyenne des longueurs de toutes les racines.

Les courbes établies au moyen de ces mesures sont plus ou moins irrégulières, si les objets d'expérimentation sont *Allium* ou *Vicia*. Il faut en voir la cause dans le nombre restreint de mesures (un bulbe d'*Allium*

ou trois graines de *Vicia* pour chaque concentration) et dans la difficulté d'avoir des bulbes ou graines de même grosseur et de même vitalité. Ces variations individuelles sont réduites au minimum chez l'orge dont les grains servant à l'expérience sont plus nombreux et sensiblement de même vitalité.

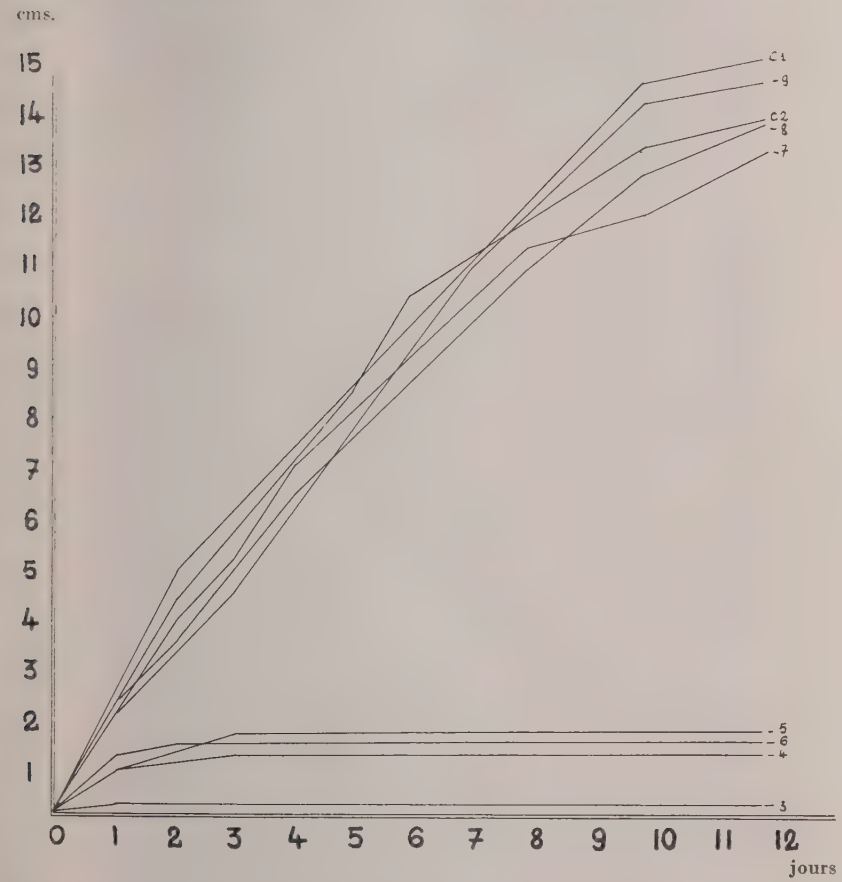


Fig. I. — Représentation graphique, en fonction du temps, des croissances de racines d'*Hordeum* traitées par des solutions d'isoprophylphénylcarbamate de concentrations différentes.

Au vu du diagramme I, on peut constater que :

à la concentration saturante, l'inhibition de croissance est complète dès le début,

aux concentrations 10^{-4} à 10^{-6}, la croissance est ralentie de plus en plus et stoppée dès le 4e jour.

aux concentrations 10^{-7} à 10^{-9}, l'effet est minime.

Les contrôles C_1 et C_2 occupent les points les plus élevés (du moins jusqu'au 7^e^ jour, pour C_2). Il y a donc néanmoins, aux concentrations auxquelles la substance semble inopérante, une très légère action de freinage pendant les deux premiers jours. Puis les croissances vont parallèlement à celles des contrôles. On remarque que jusqu'au 10^e^ jour, la croissance radiculaire est, peu s'en faut, une fonction linéaire du temps. Par la suite, après épuisement des réserves des grains, elle tend naturellement vers zéro.

b) sur les feuilles.

Il y a une action similaire sur les feuilles aux mêmes concentrations.

concentration de la solution

sat.	—4	—5	—6	—7	—8	—9	$\frac{C_1 + C_2}{2}$
0,3	2,8	4,7	5,4	16,1	14,5	15,8	16.3

longueur des feuilles, en cm, après 8 jours.

L'action de l'IPC est toute différente de celle d'une hormone, puisqu'il n'a pas, employé à de faible concentrations, d'action stimulante et qu'aux mêmes concentrations, les racines et les feuilles réagissent de façon tout à fait identique.

Action indirecte sur *Hordeum*, après transfert des plantules dans l'eau.

1) après un traitement de courte durée.

a) sur les racines.

On n'eut plus recours qu'à des concentrations comprises dans la zone effective : sat., —4, —5, —5 × 0,5, —6, —6 × 0,5 et —7. Après traitement, les racines des plantules sont transférées dans l'eau. C'est donc un essai de réadaptation.

Le traitement, quoique d'une durée limitée à 18 heures a freiné, puis stoppé la croissance radiculaire jusqu'à la concentration —6 incluse. Les racines, toutefois, continuent à vivre et, après 18 heures, elles sont toujours turgescentes.

Au cours de cet essai, un fait tout à fait original fut observé, qui aidera à éclairer le mode d'action de l'IPC. Comme on peut le voir sur la photo I, les racines traitées par la solution saturée recouvrent très rapidement leur « potentiel » d'accroissement et s'allongent journellement, tout autant que celles traitées aux solutions inopérantes et qui peuvent servir utilement de témoins. Les radicelles latérales apparaissent, dans chaque cas, minces, courtes et frêles, et loin du méristème terminal. Par le traitement des solutions intermédiaires (—4 à —6), l'allongement est d'abord freiné, puis des tumeurs se forment immédiatement au-dessus de la zone méristématique, rappelant celles produites par la colchicine, quoique beaucoup moins prononcées. Mais le phénomène de la réadaptation ne se produit pas, bien que les racines soient vivantes. Par contre,

Fig. 2. — Grains d'*Hordeum* après un traitement de 18 heures et transfert de plusieurs jours dans l'eau. De g. à dr. : IPC —3, —4, —6, —7. A noter que l'extrémité d'une des racines de la plantule de gauche a été enlevée et fixée pour l'étude cytologique. Photo H. Olsson, Svalöv.

des racines secondaires naissent, très près de la pointe de la racine principale.

Elles sont plus minces, mais leur longueur totale dépasse celle qu'auraient eue les racines primaires si elles avaient encore pu se développer.

b) sur les feuilles.

Contrairement aux racines, les feuilles ne réagissent pas favorablement au transfert dans l'eau (cf. photo I).

La base des feuilles s'épaissit peu à peu et crève sous la pression des tissus sous-jacents. La feuille devient plus large qu'une feuille normale de même longueur. Il ne faut pas y voir une différence entre les méristèmes radiculaire et foliaire dans leur réaction au traitement.

Chez les racines qui baignent dans l'eau, les échanges osmotiques lessivent rapidement l'IPC. Chez les feuilles, malgré l'apport d'eau par les racines restées fonctionnelles, l'élimination du produit est très lente et le traitement se fait sentir, en fait, beaucoup plus longtemps que sa durée réelle.

2) après un traitement de 4 jours.

Aux concentrations effectives, la récupération chez la racine, c'est-à-dire soit la reprise de l'allongement des racines principales, soit l'initiation des racines secondaires, ne suit pas le transfert dans l'eau.

Action sur *Allium sp.*

Action directe sur l'hybryde *A. cepa* x *A. fistulosum.*

TABLEAU 1.
ACCROISSEMENT EN CM DES RACINES, APRES 9 JOURS DE TRAITEMENT.

Concentrations	Accroissements	Nombre de jours après lesquels l'accroissement a cessé
saturée	0,4	2
—3 × 0.5	1,1	5
—3 × 0.2	1,8	6
—4	2,4	6
—4 × 0.5	4,3	—
—4 × 0.2	5,5	—
—5	6,8	—
—6	6,3	—
contrôle	7,3	—

Les racines ne s'allongent plus, après un certain laps de temps, aux concentrations les plus fortes et notablement moins à la concentration —4 × 0,5. A partir de là, si on tient compte des variations individuelles (maturité des bulbes, volume des bulbes, nombre des racines), l'allongement est normal.

Action indirecte sur *Allium sp.*

a) réadaptation après un court traitement de 18 heures sur *Allium cepa*.

TABLEAU 2.
ALLONGEMENT JOURNALIER DES RACINES, EN MM.

Nombre de jours	Concentrations			
	10^{-3}	$10^{-3} \times 0.5$	$10^{-3} \times 0.2$	10^{-4}
1x	1	1	4	5
2	5	6	3.5	5
3	5	5	1.5	3
4	4	6	0	4
5	2	4	0	4.5
6	1	1.5	0	2.5
7	2	0	0	7.5
8		0	0	3.5

x. dont 18 heures de traitement.

Chose curieuse, aux concentrations les plus élevées, l'accroissement n'est pas stoppé pendant le traitement trop court, mais néanmoins décroît rapidement par la suite jusqu'à devenir nul.

b) réadaptation après un long traitement de 12 jours sur *A. cepa* × *A. fistulosum*.

TABLEAU 3.
LONGUEUR DES RACINES EN COURS DE READAPTATION, EN CM.

Concentrations	Longueur			
	au moment du transfert	après 7 jours	après 9 jours	après 11 jours
10^{-3}	6.0	6.0	6.0	6.3
$10^{-3} \times 0.5$	6.5	x	x	x
$10^{-3} \times 0.2$	7.5	7.5	8.0	8.8
10^{-4}	7.5	7.5	9,3	9.6

x. a péri entretemps.

On ne remarque pas d'intumescence de la racine chez *Allium*, mais seulement une légère malformation à l'endroit où la croissance a été arrêtée.

Action sur *Vicia Faba.*

Action directe.

TABLEAU 4.

ACCROISSEMENTS EN LONGUEUR DES RACINES DE *VICIA FABA*, A DIFFERENTES EPOQUES DU TRAITEMENT.

Concentrations	Accroissement en longueur, en mm, après		
	1 jour	4 jours	8 jours
saturée	2 - 3	rac. noires	rac. noires
—3 × 0.5	2 - 3	»	»
—3 × 0.2	2 - 3	»	»
—4	2 - 3	±	»
—4 × 0.5	3	5	5
—4 × 0.2	6	x	42
—5	9	x	100

x. non mesuré.

La mort des racines aux fortes concentrations ne semble pas due à une action toxique directe. Quand cela est, les tissus radiculaires sont flasques et se désagrègent rapidement. Dans ce cas-ci, les racines restent rigides, mais sont le siège de phénomènes de nécrose qui se caractérisent, chez les légumineuses, par un noircissement complet des tissus.

Action indirecte.

a) réadaptation après un traitement de 18 heures.

Après 12 jours, le développement est normal chez toutes les concentrations (saturée à —5). Cependant, à saturation, si les racines principales se sont développées, les racines latérales sont peu nombreuses ou inexistantes.

b) réadaptation après un traitement de 4 jours.

Jusqu'à —4, les racines ont noirci. A partir de $-4 \times 0{,}5$, il y a réadaptation progressive d'autant plus rapide que la concentration avait été plus faible.

Examinons, dès à présent, les concentrations respectives pour les différents matériels à partir desquelles la croissance peut être considérée comme normale et celles à partir desquelles le développement cesse, après un traitement de plusieurs jours.

TABLEAU 5.

	Matériel		
	Hordeum vulg.	*Vicia faba*	*Allium sp.*
Le développement cesse à partir de	10^{-6}	10^{-4} à $10^{-4} \times 0{,}5$	10^{-4}
La croissance est normale à partir de	$10^{-6} \times 0{,}5$	10^{-5} à $10^{-5} \times 0{,}5$	10^{-5}

Dans le premier cas, le rapport des concentrations est 1 - 50 à 100 - 100 dans le second, 1 - 10 à 20 - 20.

Conclusions

1) *Hordeum vulgare* est nettement plus sensible à l'action de l'isopropylphénylcarbamate puisque

a) la concentration-seuil d'inhibition de la croissance est plus faible:

b) l'intervalle entre les concentrations effective et non-effective reprises ci-dessus est plus faible chez *Hordeum* que chez les deux autres genres.

2) Le traitement, pourvu qu'il soit poursuivi quelque temps, a les mêmes effets, quelle que soit sa durée.

3) Ces concentrations-limites sont à confronter utilement avec les résultats obtenus par Templeman et Sexton dans leurs essais. Selon eux, une solution aqueuse de 10 p.p.m. d'éthylphénylcarbamate en contact avec des semences de céréales en germination provoquait des déformations des feuilles, arrêtait la croissance des racines et, après quelque temps, causait le flétrissement et la mort de la plantule. Exprimée en poids moléculaire, cette concentration équivaut approximativement à $10^{-4} \times 0{,}6$ mol/l. d'éthylphénylcarbamate ou à $10^{-4} \times 0{,}2$ d'isopropylphénylcarbamate, puisque celui-ci est 3 fois plus actif que celui-là et que ces deux composés ont sensiblement le même poids moléculaire.

Pour expliquer le décalage entre cette concentration et celle que nous avons indiquée pour l'arrêt du développement des racines d'*Hordeum*, nous pouvons envisager que : a) la dose de 10 mgr d'éthylphénylcarbamate employée par *Templeman* et *Sexton* était peut-être une base d'expérience et pas nécessairement la dose minimum nécessaire pour provoquer les accidents de germination décrits;

b) la solution de 10 mgr a été selon toute vraisemblance, expérimentée sur des céréales germant sur ou dans un substratum solide, avec les phénomènes inévitables d'adsorption et de dilution. Remarquons d'autre part, que cette solution de $10^{-4} \times 0{,}2$ ne contrarierait que peu chez *Vicia faba* et pas du tout chez *Allium sp.* la vie normale des racines.

II. EFFETS CYTOLOGIQUES.

A. Directs.

Quelle est l'action de l'IPC sur la cellule et plus particulièrement sur la cinèse du noyau ? Cet examen cytologique est nécessaire, car l'activité mitotique n'est pas nulle, même lorsqu'il n'y a pas d'allongement visible de la racine.

Allium étant un matériel très propice à l'étude des chromosomes, nous nous sommes inspiré des modalités de l'«Allium test» développé par *Levan* au VIII[e] Congrès de génétique de Stockholm (1948). Les fixations du matériel se font après 4 et 24 heures de traitement, pour toute la série des concentrations employées. Les autres racines servent à l'examen des effets morphologiques et toxiques éventuels.

Certains effets peuvent disparaître avec la cessation du traitement et les phénomènes normaux réapparaître. La réversibilité ou l'irréversibilité des réactions produites par le traitement est établie par l'examen des objets fixés pendant l'essai de réadaptation.

Quels sont, avant d'aborder l'examen des effets particuliers aux différentes concentrations, les effets principaux de l'IPC sur la mitose et les chromosomes ?

Ce sont d'abord diverses anomalies de la caryocinèse qui ne sont pas spécifiques du seul IPC. Elles sont englobées dans le terme de c-mitose (terme introduit par *Levan* et s'appliquant au type de mitose produit par l'action de la colchicine) :

1) c-mitose complète : les chromosomes clivés sont réunis par le seul centromère et se présentent sous la figure bien connue des c-paires en forme de croix. Le fuseau est « inactivé ». La membrane cellulaire, séparant d'ordinaire les deux cellules-filles, ne se forme pas, avec, comme conséquence, la formation d'un noyau tétraploïde. Celui-ci est souvent de forme lobée ou plus irrégulière encore lorsque ses contours épousent ceux des chromosomes placés, lors de la mitose, le plus excentriquement.

2) c-mitose incomplète : elle est caractérisée par les fuseaux multipolaires dont l'activité provoque la formation de cellules à deux ou plusieurs noyaux aneuploïdes et à micro-noyaux. Si la membrane cellulaire se forme, elle divise la cellule initiale en plusieurs cellules aneuploïdes de forme irrégulière.

3) rotation de 90° du plan équatorial de la caryocinèse, ordinairement perpendiculaire à l'axe de la racine.

Ces trois anomalies sont les expressions d'un seul et même phénomène, mais sont liées à la concentration du produit. C'est pourquoi on trouve fréquemment deux de ces formes plus ou moins enchevêtrées dans une même racine.

4) légère contraction des chromosomes en prophase.

D'autres figures sont plus spécifiques :

5) Le centromère apparaît plus dégagé de la gaîne chromatique entourant les bras chromosomiques.

6) Existence de ponts de chromatine informe entre les noyaux télophasiques.

7) Retard apporté par certaines chromosomes à gagner les pôles.

8) Et surtout, fragmentation des chromosomes.

Examinons, en fonction des concentrations, l'action de l'IPC sur le matériel étudié.

Désignons la c-mitose complète par c-m,
les tendances à la c-mitose (cf. 2 et 3 ci-dessus) par c t.
les mitoses normales par n,

et dressons le tabl. 6.

TABLEAU 6. — EFFETS CYTOLOGIQUES OBSERVES, EN FONCTION DES DIVERSES CONCENTRATIONS.

Concentrations	sur *Allium sp.*			sur *Vicia faba*		sur *Hordeum vulg.*	
	après 4 H.	après 24 H.	après 48 H.(1)	après 4 H.	après 24 H.	après 4 H.	après 24 H.
sat.	c-m, c-t	c-m, c-t	c-m	c-m, c-t	c-m, c-t	c-m	c-m
—3 × 0.5	c-m, c-t, n	c-m, c-t, n	c-m, c-t, n	»	»	—	—
—3 × 0.2	c-t, n	»	»	»	»	—	—
—4	n	»	c-t, n	c-t, n	c-m, c-t, n	c-m	c-m
—4 × 0.5	»	c-t, n	»	»	c-t, n	—	—
—4 × 0.2	»	n	n	»	n	—	—
—5	»	»	»	»	»	c-m, c-t	c-m
—5 × 0.5	—	—	—	n	»	—	—
—5 × 0.33	—	—	—	—	—	c-m, c-t	c-m, c-t
—6	—	—	—	n	n	c-t, n	c-t, n
—6 × 0.5	—	—	—	—	—	—	—
—6 × 0.33	—	—	—	—	—	n	n
—7	—	—	—	—	—	»	»

(1) après 96 heures, même tableau, sauf qu'en solution saturée, les divisions, de rares qu'elles étaient après 48 heures, ont complètement disparu.

Observations et conclusions.

1) Les concentrations-seuils pour une croissance normale des plantules et pour une biologie cellulaire normale se confondent. C'est la conclusion à tirer, si on compare le tableau 5 et, du tableau ci-contre, la partie qui concerne les effets cytologiques après 24 heures de traitement.

2) Une c-mitose complète, à l'exclusion des formes transitionnelles n'est pas obtenue immédiatement dans toutes les concentrations qui la conditionnement, mais après 24 ou 48 heures, elle est générale.

3) Aux concentrations actives, on rencontre encore des mitoses longtemps après la fin de l'allongement de la racine. En effet, alors que l'allongement cesse très rapidement en solution saturée, il faut attendre 4 jours avant que les mitoses ne disparaissent complètement.

4) Après 48 heures généralement, on trouve quelquefois des racines avec de nombreuses cellules en division, dans les concentrations actives. Ces cellules sont presque toujours polyploïdes. L'IPC n'a pas la propriété d'activer le rythme mitotique. On expliquerait mieux cette abondance apparente de divisions par la lenteur à entrer en repos des cellules polyploïdes en c-mitose, par défaut de formation du fuseau.

5) Chez *Vicia faba* et *Hordeum vulgare*, lorsque le méristème primaire ne présente plus de cellules en division, on en trouve encore dans le péricycle : ce sont les initiales des racines secondaires. Elles présentent les mêmes réactions c-mitotiques que les cellules du méristème primaire.

6) Chez *Hordeum vulgare*, on trouve quelques manifestations dues probablement à sa plus grande sensibilité à l'IPC :

a) dans quelques cellules, les chromosomes disposés les uns à la suite des autres forment un long chapelet tapissant la sphère nucléaire. En conséquence, on voit moins de fuseaux multipolaires;

b) aux faibles concentrations effectives, la cytodiérèse se fait normalement alors que la caryocinèse est encore anormale. Des membranes cellulaires apparaissent autour de chaque îlot chromosomique, transformant une cellule initiale en de nombreux « mérites »;

c) alors que chez *Allium*, la polyploïde se limite à la tétraploïdie, les cellules possédant 4n c-paires ou 8 n chromosomes ne sont pas rares chez *Hordeum*. Dans un cas, le nombre de c-paires était de 8 n; le noyau issu avait donc 16 n chromosomes, soit 112 chromosomes.

B. Après transfert dans l'eau.

1) Chez *Allium sp.*

a) après un traitement de 18 heures.

Dès le début du transfert, le comportement est normal, mais le traitement est prouvé par l'existence de cellules multinucléaires, de légères c-tendances tôt disparues, des noyaux de forme irrégulière, quelques cellules tétraploïdes, des micronucléi, quelques fragments, sans que leur présence soit particulière à une concentration donnée. Après deux jours, la mitose est tout à fait normale, même aux plus fortes concentrations.

b) après un traitement de 6 jours.

On retrouve les mêmes preuves du traitement, mais moins nombreuses. Le comportement dès le début semble plus normal qu'après un court traitement de 18 heures. Certaines cellules sont en voie de vacuolisation.

c) après un traitement de plus de 10 jours.

Aux concentrations —3 à —4, on ne trouve plus de divisions. Les racines ont perdu leur structure habituelle : les cellules sont = plasmolysées. A —4, on trouve quelques divisions normales, après 36 heures de transfert.

A partir de —4 $\times$ 0,5, les divisions sont normales.

2) Chez *Vicia faba.*

a) après un traitement de 18 heures.

Les effets sont sensiblement les mêmes que chez *Allium sp.*

b) après un traitement de 4 jours.

Les racines ont noirci et ne permettent plus d'examen.

3) Chez *Hordeum vulgare.*

a) après un traitement de 18 heures.

L'examen cytologique révélerait-il des effets propres à expliquer les réactions différentes que les racines, après 18 heures de traitement, avaient à la concentration - -3, d'une part, et aux concentrations suivantes, d'autre part ?

Les fixations ont été faites après 12 heures et après 48 heures de séjour des racines dans l'eau.

Chez les racines, qui ont végété 18 heures dans la concentration la plus forte et qui, comme il a été dit précédemment, reprennent rapidement leur allongement sans présenter d'intumescence, la récupération de la caryocinèse se fait irrégulièrement : après 12 heures dans l'eau les divisions sont respectivement inexistantes, rares et fréquentes chez les 3 racines ayant fait l'objet de l'examen. Là où il y a des divisions, on trouve toutes les formes transitionnelles : chromosomes éparpillés à la surface de la masse nucléaire, fuseaux multipolaires, etc. Après 48 heures, les divisions sont normales. C'est par conséquent une évolution tout à fait normale.

Par contre, pour les concentrations —4 et —5, s'il subsiste encore après 12 heures des preuves du traitement (nombreuses cellules tétraploïdes, quelques chromosomes retardataires, des fuseaux multipolaires, des cellules compartimentées), en grande majorité, les divisions cellulaires sont normales. Après 48 heures, les divisions ont disparu. Beaucoup de noyaux repoussés contre la paroi cellulaire, ont une forme lenticulaire.

Aux concentrations plus faibles, le même processus se répète. Les divisions, d'abord peu nombreuses et normales, disparaissent rapidement.

A partir de —4 $\times$ 0,33, les divisions sont normales et en nombre normal.

b) après un traitement de 4 jours.

A —3, le méristème apparaît légèrement vacuolisé, sans divisions, avec des noyaux de forme irrégulière.

Aux autres concentrations (—4 à —6), les effets sont plus brutaux. Les noyaux ont perdu leur fine structure et des vaisseaux sont visibles jusqu'à la pointe de la racine, désorganisant la morphologie et la structure normales de la racine.

DISCUSSION.

Les travaux, qui s'attachent à décrire les effets microscopiques et macroscopiques des substances à propriétés mito-inhibitrices, sont nombreux. Une synthèse de tous les résultats obtenus n'est guère possible. *Levan* et *Ostergren*, d'une part, en étudiant les propriétés mito-inhibitrices de toute une famille chimique, *Gavaudan* et ses collaborateurs, d'autre part, en montrant que les différences d'intensité des effets obtenus avec la même concentration de plusieurs substances actives pouvaient être obtenues avec différentes concentrations d'un même corps actif, ont abordé le problème de la mito-inhibition avec le désir d'en trouver une explication généralisée.

Plus tard, lorsque *Ferguson*, (cité par *Gavaudan)* eut montré le parallélisme étroit qui existe entre les propriétés toxiques ou narcotiques des corps pharmacodynamiques (substances organiques, peu solubles dans l'eau) et leur activité thermodynamique, *Gavaudan*, qui avait déjà constaté que de nombreux corps mito-inhibiteurs avaient des propriétés narcotiques, s'inspira de cette analogie entre le phénomène narcotique et le phénomène mito-inhibiteur pour introduire la notion d'activité thermodynamique dans l'étude de la mito-inhibition.

L'activité thermodynamique d'une substance dispersée en phase liquide peut être exprimée, pour l'étude de l'activité biologique de la substance, par le rapport C/C^o : C étant la concentration agissante et C^o la concentration saturante. *Ferguson* a divisé les poisons en deux classes : ceux du type physique, dont la valeur C/C^o est comprise entre 0,1 et 1, voire même entre 0,01 et 1, et les poisons du type chimique dont la valeur correspondante est beaucoup plus petite.

Gavaudan a constaté que parmi les mito-inhibiteurs, toute une série présentait une remarquable constance de la valeur C/C^o : entre 0,1 et 1. Il les a appelés mito-inhibiteurs indifférents, par opposition aux autres, parmi lesquels la colchicine, dont l'action est supposée d'ordre chimique et plus ou moins spécifique. Par contre les mito-inhibiteurs indifférents agiraient suivant un mode d'action identique et non spécifique qu'on pourrait assimiler à celui des narcotiques indifférents.

Deux théories existent pour expliquer ce mode d'action :

a) la théorie lipoïdique, suivant laquelle la narcose commence à partir d'une certaine concentration de la substance dans les lipoïdes cellulaires.

b) la théorie de l'adsorption, suivant laquelle la narcose commence à partir d'une certaine adsorption de la substance par les surfaces cellulaires.

Envisageons le cas particulier de l'IPC.

La limite de solubilité est, comme nous l'avons vu, de 10^{-3} M $\times$ 0,75 environ. La solution active sur la caryocinèse d'*Allium sp.*, contient suivant le tabl. 6, 10^{-4} M, si nous considérons le seuil à partir duquel apparaissent les premières c mitoses complètes. L'activité thermodynamique de la substance est exprimée par le rapport $10^{-4}/10^{-3} \times 0{,}75 = 0{,}133$.

L'IPC est donc à ranger dans la classe bien homogène des mito-inhibiteurs indifférents. Si nous n'avions à examiner que les effets sur *Allium*, ils ne demanderaient guère de développement : jusqu'à une concentration-seuil bien déterminée, l'IPC inhibe la mitose et le développement chez la racine. Son action cellulaire n'est pas toxique, ni à effets irréversibles, puisqu'après un temps ± long, les racines d'*Allium* « récupèrent » et se développent de nouveau (cf. tabl. 3). Le mécanisme cellulaire, qui commande la caryocinèse, réapparaît tôt ou tard, après une période de transition variable avec les durées de traitement.

Mais la diversité d'aspect des effets sur *Hordeum* nous amène à ne plus considérer l'action de l'IPC comme une action unique, homogène, mais à dissocier le processus de la division cellulaire ou caryocinèse, de l'activité générale de la cellule ou métabolisme. Comment expliquer autrement les réactions différentes des racines d'*Hordeum* après un traitement de 18 heures, telles qu'on les voit sur la photo I. Si on considérait la mito-inhibition comme le seul trouble fonctionnel chez la cellule, dû à l'action de l'IPC, la présence des seules c-mitoses, en l'absence de toute forme transitionnelle ou normale, observée chez toutes les racines soumises à toute une série de concentrations (jusqu'à —5 incluse), devrait logiquement provoquer une réaction identique chez toutes les racines : soit, suivant l'activité de la substance, une toxicité générale sans possibilité de réadaptation, soit une réadaptation de l'activité fonctionnelle, identique pour toutes.

A la concentration saturante, à l'exclusion des autres, les racines ne manifestent absolument plus rien de visible : ni allongement, ni épaississement, ni formation d'intumescence, ni perte de turgescence avec « liquéfaction » des tissus. La racine est en catalepsie. Toutes les fonctions vitales sont bloquées. Si le traitement est court, le phénomène est réversible et les cellules sortent de leur narcose. L'allongement de la racine reprend. Après 48 heures de transfert, les divisions sont normales.

Aux concentrations suivantes, les régions subterminales présentent de légères intumescences qui proviennent de la vacuolisation des cellules qui s'étagent immédiatement au-dessus de la zone méristématique. Lors de la réadaptation, l'extrémité de la racine qui a pris la forme d'une tétine ne « bouge » plus et on voit bientôt apparaître de nombreuses racines latérales. Après 48 heures de transfert, les divisions nucléaires ont disparu.

Il conviendrait donc d'envisager séparément la division nucléaire et l'activité générale de la cellule. On pourrait encore dissocier de celle-ci, de caractère physico-chimique, le phénomène de la différentiation et le

considérer comme un phénomène d'aspect morphologique, en tout cas de caractère moins noble et essentiel que les processus vitaux, invisibles au microscope.

I. Les troubles apportés à la caryocinèse sont proportionnés à la concentration de la substance perturbatrice, quelle que soit l'espèce végétale envisagée. Chez *Hordeum*, on a vu que les séquelles caryocinétiques du traitement étaient bien plus visibles à la concentration saturante. On peut donc avec *Gavaudan*, considérer que l'action du produit est, dans ce cas, d'ordre physique, qu'on épouse la théorie lipoïdique ou la théorie de l'adsorption, toutes deux liant l'action du produit à une concentration minimum.

II. La substance agit aussi sur le métabolisme, qui groupe tous les phénomènes physico-chimiques dont la cellule est le siège et qui sont, plus que probablement, commandés par les nombreux systèmes enzymatiques. On peut dire, cette fois, que l'action du produit tout en restant une action de masse probablement, apporte des résultats apparemment contradictoires. A la concentration maximum, la vie organique de la cellule est mise en narcose complète. Le processus de la différentiation est nul ou fortement ralenti. Si ces conditions anormales cessent assez tôt, la racine se réadapte rapidement et reprend son allongement dès que le fuseau caryocinétique peut refonctionner.

Par contre, aux quelques concentrations inférieures, la narcose de la vie cellulaire n'est pas atteinte et on pourrait concevoir qu'il y a détérioration subséquente des systèmes enzymatiques par asphyxie ou par accumulation des produits métaboliques et qu'elle conduit peu à peu la cellule à l'impossibilité de se réadapter à une activité énergétique normale. La caryocinèse redevient rapidement normale dans un méristème qui ne s'est pas vacuolisé durant le traitement, mais le rythme en diminue progressivement jusqu'à s'arrêter définitivement. La différentiation s'est poursuivie entre-temps, les cellules subméristématiques se sont fortement vacuolisées et parfois même les éléments conducteurs sont visibles à proximité de la pointe radiculaire. Celle-ci a perdu son rôle générateur de cellules, mais a conservé un rôle végétatif. La racine reste donc vivante, mais ne s'allonge plus et l'initiation des racines latérales commence. Comment expliquer que l'état d'« immobilité » de la racine soit irréversible dans ce cas, alors que le méristème reste potentiellement capable de division : il nous faut admettre que certains processus vitaux, probablement diastasiques, ont été détériorés. Mais si, dans cette discussion, nous avons trouvé indispensable de dissocier l'activité caryocinétique et le métabolisme général, néanmoins la première reste, sans conteste, tributaire du système général et elle s'éteint progressivement, si celui-ci vient à péricliter.

Ce qui nous fortifie dans l'impression que l'action de l'IPC est d'ordre physique ou, du moins, physico-chimique, c'est que des genres végétaux différents réagissent à des seuils différents de concentration. Si on prend, comme point de départ, ces concentrations seuils, le même processus se répète pour chaque genre : d'abord trouble, puis arrêt de

l'activité cellulaire. Et pourtant, on ne retrouve pas chez *Allium* et *Vicia* la même particularité de narcose complète que chez *Hordeum* à la concentration saturante. La raison n'en est-elle pas que cette concentration à laquelle apparaîtrait ce phénomène chez *Allium* et *Vicia* existe également, mais ne peut être expérimentée parce qu'elle est supérieure à la limite de solubilité de l'IPC dans l'eau ?

Un autre résultat de l'action de l'IPC est la fragmentation des chromosomes. Ceci tombe en dehors de notre étude et nous nous contenterons d'en signaler quelques faits, constatés au hasard des examens.

Il est difficile de déterminer le mode d'action des substances chimiques qui peuvent briser les chromosomes. Elles sont de nature trop différente que pour déterminer à coup sûr une réaction spécifique entre le filament protéique du chromosome et la molécule du corps chimique.

Les faits suivants ont été notés :

1) les fragments trouvés durant le traitement, aux fortes concentrations, sont rares et d'ailleurs douteux;

2) les fragments se rencontrent surtout à la limite des concentrations effectives et plus particulièrement après un long traitement;

3) dans les cas les plus favorables, le % de cellules avec fragments ne dépasse pas 2 % des cellules en division. D'ailleurs, deux fois seulement, le nombre de fragments fut suffisant pour permettre un dénombrement avec un nombre limité d'observations : chez *Allium cepa x A. fistulosum*, après 10 jours dans l'IPC et 12 heures dans l'eau, 3 cellules sur 163 observées contenaient un fragment; après le même traitement et 36 heures dans l'eau, sur 400 observations, 3 cellules contenaient un fragment et 1 cellule quatre fragments;

4) on trouve des fragments lors de la métaphase, mais les plus nombreux se rencontrent dans les anaphases;

5) on trouve des fragments constitués de partie de bras chromosomique et d'autres minuscules.

D'après les exemples numériques cités, et si on admettait que le nombre de fragments est dû au hasard, selon une courbe de *Poisson*, une cellule avec 4 fragments se rencontrerait seulement une fois tous les 8 milliards de cellules. Une courbe de *Poisson* pourrait se concevoir si le bris des chromosomes résultait de chocs répétés à un même endroit jusqu'à développer l'énergie vive minimum nécessaire pour briser le filament protéique.

En toute vraisemblance, le bris est la conséquence d'une action chimique du produit sur la molécule protéique. L'IPC possède d'ailleurs un groupement R—NH_2 et un groupement R—COOH dont l'activité vis-à-vis d'une molécule protéique est bien connue.

Cette fragmentation se fait durant le traitement sans nul doute, mais il faut attendre évidemment que la division nucléaire réapparaisse pour qu'on puisse déceler les fragments. Le plus souvent, ils apparaissent à l'anaphase, mais les métaphases avec fragments ne sont pas rares non plus. C'est durant le stade de repos que ce bris se fait probablement,

avant la reproduction du filament chromosomique et quand celui-ci est dégarni de sa gaîne chromatique. Il donne deux chromatides brisés. Dans un seul cas, on pouvait croire (voir photo 6) à une action sur un seul chromatide, tout à la fin du stade de repos.

Aux plus fortes concentrations, l'action du produit doit créer des conditions cellulaires impropres à la fragmentation chimique des chromosomes, ou bien celle-ci, pour donner un % appréciable de fragments, réclame une assez longue durée et l'absence de réadaptation ultérieure ne permet pas l'examen microscopique nécessaire.

A priori, et pour autant que les quelques observations recueillies autorisent des conclusions, il semble bien que ce soit à la limite des concentrations effectives, presque au seuil de la c-mitose, et après un assez long traitement qu'on trouve le plus de fragments. Mais quoi qu'il en soit, les possibilités de fragmentation chimique par l'IPC sont assez réduites.

ACTION SELECTIVE

Quand on considère l'action sélective des hormones de croissance et de l'IPC, on oppose volontiers les sensibilités différentes des monocotylédonées et des dicotylédonées. C'est une distinction commode, mais assez simpliste. En effet, la division des plantes supérieures en mono- et dicotylédonées est purement botanique et la présence d'un ou deux cotylédons n'a aucune influence sur la physiologie de la plante.

D'ailleurs, si *Hordeum vulgare* est particulièrement sensible à l'IPC, *Allium sp.*, qui sont aussi des monocotylédonées, y sont beaucoup moins sensibles. On pourrait donc plus logiquement considérer que les « *graminœ* » sont très sensibles à l'IPC et très résistantes aux hormones sélectives, sans préjuger pour autant de la réaction d'autres familles végétales aux mêmes substances.

Nous avons vu que l'IPC provoquait la mito-inhibition à des seuils de concentration différents suivant les genres végétaux. Ce phénomène va de pair avec la sélectivité d'action qu'on a constatée sur ces mêmes genres végétaux. Il serait très intéressant d'étudier toute une série de mito-inhibiteurs indifférents et déterminer si les « *graminœ* » ne sont pas toujours plus sensibles à leur action que la plupart des autres végétaux. Ce serait une belle démonstration de la réalité de l'existence d'une classe de mito-inhibiteurs à action purement physique.

Et à condition que les différences entre ces seuils de concentration soient suffisantes, il ne serait pas impossible de trouver parmi ces corps, d'autres produits à action sélective.

RESUME

La présente publication rapporte les effets morphologiques, physiologiques et cytologiques dus à l'action de l'isoprophylphénylcarbamate sur les racines d'*Allium sp.*, *Vicia faba* et *Hordeum vulgare*. Une série de concentrations, allant de la solution saturée (environ 10^{-3} mol/l $\times$ 0,75)

à 10^{-7} fut expérimentée. A partir d'une certaine concentration, différente pour les 3 genres, le traitement stoppe le développement des racines. Ces concentrations sont comparées avec celles de *Templeman* et *Sexton* qui expérimentèrent l'IPC comme herbicide sélectif.

Des essais de réadaptation, par le transfert des objets testés de l'IPC dans l'eau, ont été faits pour déterminer le comportement des racines après le traitement. Le transfert après 18 heures de traitement donne lieu, chez *Hordeum*, à un phénomène curieux. Alors que les racines traitées par la solution saturée reprennent aisément leur allongement, celles qui ont subi l'action des autres concentrations effectives, ne peuvent « récupérer » et recommencer à croître, et elles donnent bientôt naissance à de nombreuses racines secondaires.

Comme effets cytologiques de l'IPC, il y a lieu surtout de citer l'activité mitoclasique et la fragmentation des chromosomes.

Il est discuté du mode d'action de l'IPC comme agent de mito-inhibition et de fragmentation des chromosomes. Selon la notion d'activité thermodynamique introduite par *Gavaudan* dans l'étude de la mito-inhibition, l'IPC fait partie des mito-inhibiteurs indifférents, dont l'action est du type physique. Bien que les concentrations-seuils de l'inhibition de la caryocinèse et de l'inhibition de la croissance correspondent, il est nécessaire d'envisager séparément l'action sur la mitose et l'action sur le métabolisme général. Les observations cytologiques montrent bien d'ailleurs que la dissociation des deux est logique. En dernier ressort cependant, une caryocinèse normale reste tributaire d'une vie cellulaire normale.

Les effets sur la mitose sont proportionnels à la concentration et montrent les différents aspects qui vont de la c-mitose complète à la mitose normale.

Les effets sur le métabolisme sont aussi proportionnels à la concentration, mais chez *Hordeum vulgare*, ils offrent des aspects morphologiques disparates apparemment; lors de l'essai de réadaptation, à saturation, la narcose de la vie cellulaire est totale et, si le traitement n'est pas trop prolongé, la réadaptation est totale. Aux autres concentrations effectives, la narcose n'est plus totale et les conditions anormales provoquent, sans doute, une détérioration des systèmes enzymatiques et l'impossibilité du retour à une vie cellulaire normale, après la fin du traitement. Chez *Allium* et *Vicia*, la narcose totale de la vie cellulaire n'est pas atteinte, probablement parce que la concentration à laquelle elle semblerait théoriquement devoir se produire dépasse la limite de solubilité de l'IPC dans l'eau.

La fragmentation des chromosomes, par contre, paraît être due à une action chimique. Elle se fait pendant le stade de repos, au moment où le chromosome est dégarni, de sa gaîne chromatique. Le maximum de fragments, d'un % d'ailleurs peu élevé, est obtenu à la concentration-limite de la mito-inhibition et après un traitement d'assez longue durée.

Enfin, la sélectivité de l'action de l'IPC est examinée.

Photo 1. — *Hordeum vulgare*. Concentration : 10^{-5} Bol/l. Traitement : 24 heures. Une cellule octoploïde, avec 56 c-paires de chromosomes.

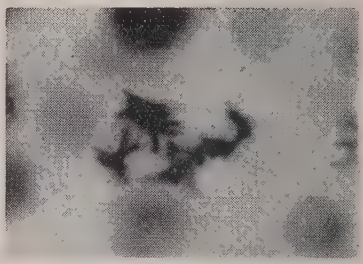


Photo 2. — *Allium cepa*. Conc. : saturée. Traitement : 4 heures. Fuseau multipolaire.

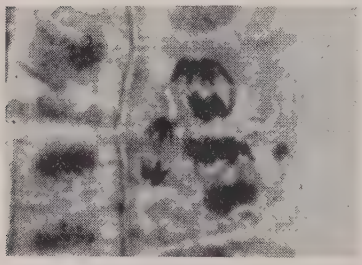


Photo 3. — *Hordeum vulgare*. Conc. : $10^{-5} \times 0{,}33$ Mol/l. Traitement : 18 heures + récupération : 12 heures. Synchronisme dans la division de trois noyaux aneuploïdes créés de l'activité d'un fuseau multipolaire.

Photo 4. — *Allium cepa* x *A. fistulosum*. Conc. : $10^{-4} \times 0{,}5$ Mol/l. Traitement : 10 jours + récupération : 36 heures. Cellule à 4 fragments acentriques dont deux seulement sont visibles dans le plan photographié

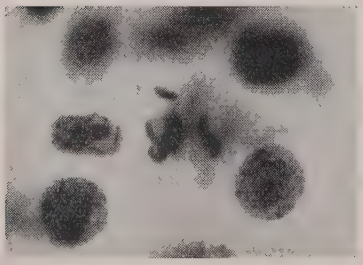


Photo 5. — Idem. Fragment présent à la métaphase.

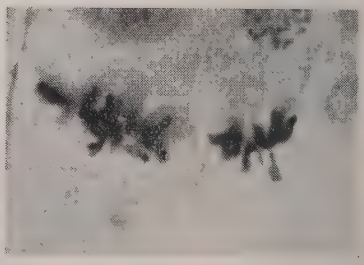


Photo 6. — *Allium cepa*. Conc. : 10^{-4} Mol/l. Traitement : 6 jours + récupération : 3 jours. Fragmentation de chromatide.

BIBLIOGRAPHIE

1) BATTAGLIA, E. 1949. Sull'Azione citologica dell' etilcarbamato (uretano) e del cicloesil-carbamato — *Caryologia*, I : 229-247.

2) DARLINGTON, C. D. and KOLLER, P. C. 1947. The chemical breakage of chromosomes — *Heredity*, I : 187-221.

3) DEYSSON, G. 1944. Sur l'action mitoclasique du phényluréthane — *C. R. Ac. Sci.*, 219 : 366-368.

4) DOXEY, D. 1949. The effect of Isopropyl Phenyl Carbamate on mitosis in Rye (Secale cereale) and Onion (Allium cepa) — *Annals of Botany*. N.S. vol. XIII, n° 51 : 329-335.

5) GAVAUDAN, P. 1943. Etude quantitative de l'action mito-inhibitrice des substances aromatiques : définition et terminologie des effets cytologiques utilisés comme test — *C. R. Soc. Biol.*, 137 : 281-283.

6) GAVAUDAN, P. 1945. Les substances provoquant la polyploïdie expérimentale. Leur mécanisme d'action et les problèmes biologiques qu'elles soulèvent — Tiré à part.

7) GAVAUDAN, P. 1947. Pharmacodynamie de l'inhibition de la caryocinèse — Paris.

8) GAVAUDAN, P., DODE, M. et POUSSEL, H. 1944. La toxicologie générale et la notion d'activité thermodynamique — *Mémorial des Services Chimiques de l'Etat*, 31 : 384-423.

9) LEFEVRE, J. 1939. Similitude des actions cytologiques exercées par le phényluréthane et la colchicine sur les plantules végétales — *C. R. Ac. Sci.*, 208 : 301-304.

10) LEVAN, A. 1949. The influence on chromosome and mitosis of chemicals, as studies by the Allium test — *Proc. Eighth Cong. of Gen. (Hereditas, Suppl. Vol)* ; 325-337.

11) LEVAN, A. et OESTERGREN, G. 1943. The mechanism of c-mitotic action. Observations on the naphthalene series — *Hereditas*, XXIX : 381 443.

12) LEVAN, A. et TJIO, J. H. 1948. Chromosome fragmentation induced by phenols — *Hereditas*, XXXIV : 249-252.

13) LEVAN, A. and TJIO, J. H. 1948. Induction of chromosome fragmentation by phenols — *Hereditas* XXXIV : 453-484.

14) LEVAN, A. and LOTFY, T. 1949. Naphthalene acetic acid in the Allium test — *Hereditas*, XXXV : 337-374.

15) LEVAN, A. and LOTFY, T. 1950. Spontaneous chromosome fragmentation in seedlings of Vicia faba — *Hereditas*, XXXVI : 470.

16) TEMPLEMAN, W. G. and SEXTON, W. A. 1945. Effect of some arylcarbamic esters and related compounds upon cereals and other species — *Nature*, 156 : 630.

Les agents modificateurs de la fonction thyroïdienne et l'engraissement des animaux domestiques

par

L. HENNAUX, J. HOLVOET, R. LECOMTE et J. M. HENIUS.

(Travail effectué sous les auspices de l'Institut Belge de l'Alimentation et de la Nutrition I.B.A.N.).

Dans les conditions économiques actuelles, l'augmentation de la productivité animale se fait, chaque jour, plus impérieuse; nos animaux domestiques doivent être exploités en vue de fournir le rendement maximum.

A vrai dire, c'est le « rendement optimum » qui doit être envisagé, car il est un principe à ne jamais sous-estimer : la physiologie de l'animal maintient inexorablement ses droits, ses exigences; la brusquer serait s'exposer à de regrettables mécomptes.

L'organisme animal est pourvu d'une série de mécanismes régulateurs extrêmement sensibles que l'on ne peut méconnaître. Ceci n'implique pourtant pas qu'il soit interdit de recourir à des moyens capables d'influencer modérément les grandes lois physiologiques, bien que l'on soit généralement d'accord pour admettre que ces moyens ne possèdent qu'une efficacité limitée.

A coup sûr, nous pouvons aisément agir sur les mécanismes de sécrétion hormonale et déterminer à notre gré, ou bien des états d'hyperfonctionnement glandulaire (injection d'hormones, implantation) ou au contraire des états d'hypofonctionnement, notamment par l'utilisation d'hormones antagonistes ou bien de produits obtenus par synthèse organique.

Faut-il rappeler ici le profit considérable que tire la pathologie de la médication hormonale; il suffit de citer le problème de la stérilité.

L'engraissement, cette obésité de nature physiologique, pourrait-il être influencé favorablement par l'utilisation des agents modificateurs de la fonction thyroïdienne ? Problème à incidence économique importante que nous allons envisager dans ce travail.

En 1940, *Andrews* et *Bullard* (1), ayant pratiqué sur des bouvillons, une exérèse partielle de la glande thyroïdienne, furent frappés par l'accroissement notable de poids, qui suivit cette intervention. Or, cette répercussion favorable fut d'une durée de huit semaines environ. Tout se passe donc comme s'il s'exerçait entretemps, une suppléance du tissu glandulaire restant qui, naturellement, s'hypertrophiait. Ce phénomène de compensation expliquait qu'après ce laps de temps, les animaux maigrissaient et revenaient insensiblement à leur poids initial. Le mérite de cette observation réside dans la démonstration de la prédisposition à l'engraissement, survenant chez les sujets partiellement thyroïdectomisés. Que cette méthode soit adoptée dans la pratique de l'élevage, il n'en est certes pas question; toutefois, on sait maintenant que cette intervention sanglante peut être remplacée par l'emploi de produits doués d'une activité antithyroïdienne. Les « antithyroïdiens » sont capables de réaliser une véritable thyroïdectomie « chimique » *(Simonnet* et *Le Bars)* (2).

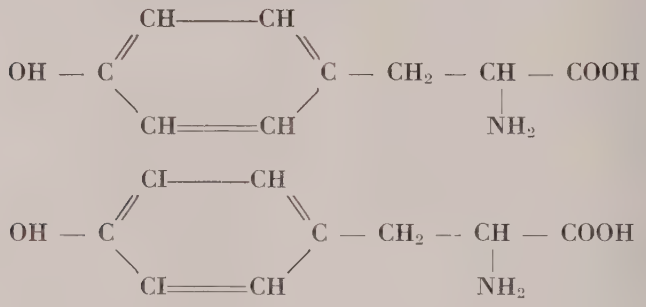
Il est rationnel, croyons-nous, pour faciliter la compréhension de cette étude, d'esquisser d'abord un bref rappel de la physiologie thyroïdienne.

PHYSIOLOGIE THYROIDIENNE.

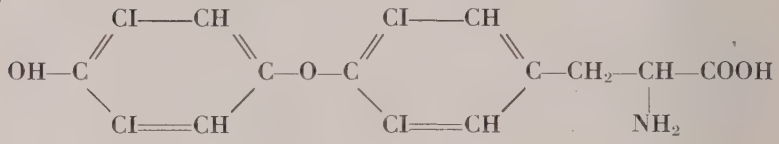
La thyroïde est une glande à sécrétion interne, formée par une multitude de petits sacs, dénommés « follicules thyroïdiens ». L'hormone spécifique est élaborée au niveau des cellules du follicule tandis que la lumière de celui-ci en constitue le lieu de stockage. On trouve dans la cavité du follicule, une substance protéique : la « colloïde » qui représente le produit de sécrétion des cellules du parenchyme thyroïdien. Il importe de savoir que l'avidité de cette glande pour l'iode est énorme, puisque la moitié environ de l'iode total de l'organisme s'y trouve emmagasinée. Si on administre à des animaux, des iodures « marqués », la quasi totalité est retrouvée dans la substance colloïde qui devient radioactive.

Dans la molécule des protéines thyroïdiennes, se rencontrent des radicaux « tyrosine » capables de s'unir à l'iode. Ce métalloïde atteint le follicule, sous forme d'iodure alcalin. Après oxydation de celui-ci, par un processus enzymatique (peroxydase pour *De Robertis* et Coll. (3); système cytochrome-oxydase pour *Schachner* et Coll. (4),) se passe le phénomène d'ioduration des radicaux « tyrosine » dont la résultante est la formation de mono et surtout de diiodotyrosine. Celle-ci, par accouplement de 2 molécules avec perte d'une chaîne latérale, donne finalement la « thyroxine » hormone physiologiquement active.

Formules.



thyroxine



Protéines iodées artificielles.

En raison du coût assez élevé de la thyroxine, on s'est efforcé de trouver des protéines iodées capables de se substituer à l'hormone naturelle. *Ludwig* et Coll. (5) ont démontré que l'action directe de l'iode sur de multiples protéines, conduit à la formation de produits manifestant des propriétés physiologiques assez comparables à celles de l'hormone thyroïdienne. En principe, il suffit que les protéines renferment les radicaux « tyrosine » nécessaires et qu'elles subissent une ioduration convenable.

Néanmoins, de toutes les protéines utilisées (ovalbumine, serum-albumine; serumglobuline; edestine; protéines de soja, etc...), la caséine a donné les meilleurs résultats; c'est cette caséine iodée que nous avons employée dans nos essais.

PROTEINES IODEES ET ENGRAISSEMENT.

L'élévation du métabolisme de base est la signature de l'hormone thyroïdienne. L'ablation de la thyroïde s'accompagne d'un abaissement du quotient respiratoire et de la température centrale, d'une diminution des besoins énergétiques et azotés.

L'élimination plus faible de créatine, consécutive à la thyroïdectomie, traduit le fléchissement du métabolisme azoté.

En somme, l'administration d'hormone thyroïdienne se caractérise par une stimulation générale du métabolisme cellulaire et donc par une croissance activée. Or, le développement de la musculature est lié au phénomène de croissance; le volume des muscles dépend essentiellement du développement en longueur du squelette.

Une accélération de la croissance des animaux destinés à l'engraissement, réalisée par une légère hyperthyroïdie, pourrait fort bien se concevoir, à condition toutefois de ne pas entrainer l'organisme vers un état de « forte » hyperthyroïdie qui intensifierait le métabolisme de base, augmenterait la consommation d'aliments tout en étant responsable d'une tendance à l'amaigrissement (*Perry* et Coll.) (6).

En d'autres termes, l'administration de caséine iodée doit viser un double résultat : accroissement pondéral plus hâtif que dans les conditions normales et rendement avantageux de la machine animale.

Koger et Coll. (7) ont établi que des souris soumises à un traitement thyroxinien, gagnent après 5 semaines, 28 % de plus en poids que des souris témoins.

D'autre part, d'après la relation de *Reinecke* et *Turner* (8), des chevrettes thyroïdectomisées puis traitées à la caséine iodée ont présenté une croissance normale.

Chez les poulets, *Irwin* et Coll. (9), avec une ration contenant 0,08 pour mille de caséine iodée, obtiennent une accélération de la croissance, bien que les résultats soient inconstants: des doses plus faibles n'ont aucun effet alors que des quantités plus élevées contrarient plutôt le développement pondéral. Chez l'agneau de 30 kilogs, recevant quotidiennement 0,52 à 1,04 gramme de protéine iodée, aucune répercussion favorable n'a été observée par *Barrick* et Coll. (10).

Reinecke et Coll. (11) signalent une augmentation du développement pondéral ainsi qu'une légère amélioration du rendement de la ration, chez les porcs au sevrage dont la ration était supplémentée en caséine iodée (0,05 à 0,06 p. mille).

Wallach et Coll. (12), se basant sur des essais réalisés sur des porcs de différentes races expliquent l'indice de consommation qui s'avère plus intéressant, par la diminution (7 à 10) du nombre de jours indispensables à l'obtention d'un poids marchand, grâce à l'accélération de la croissance.

Perry et Coll. (13 et 14) donnant à des porcs en croissance, la thyroprotéine à des concentrations variées : 0,0088 %; 0,0132 % et 0,0176 % de la ration, assistent à une stimulation significative de la croissance et à un indice de consommation meilleur.

D'autres auteurs *Beeson* et Coll.) (15); *(Hale* et Coll.) (16) signalent aussi cette croissance plus rapide des porcs, grâce à l'incorporation de caséine iodée dans la ration. Au surplus, les carcasses sont moins adipeuses.

D'autre part, ces résultats sont infirmés par *Van der Noot* et Coll. (17) . les porcs venant d'être sevrés et nourris d'un régime apportant des protéines iodées, font un gain journalier identique à celui des témoins; par contre, ils consomment 449 livres d'aliments pour 100 livres de gain et les témoins 322 livres seulement.

Braude et Coll. (18) estiment qu'une dose journalière de thyroprotéine inférieure à 1 gramme, ne modifie pas la croissance tandis que des doses plus élevées s'avèrent défavorables.

Cette opinion est également admise par *Muhrer* et Coll. (19).

Ces résultats défavorables ne seraient-ils pas à mettre sur le compte d'une posologie inadéquate ou d'une durée d'expérience trop brève ? Le problème est loin d'être résolu.

ANTITHYROIDIENS ET ENGRAISSEMENT.

De même qu'il est aisé de provoquer un état d'hyperthyroïdie, par administration de thyroxine ou de caséine iodée, il est tout aussi facile d'agir en sens inverse, en créant un état d'hypothyroïdie, par addition au régime de produits à activité antithyroïdienne. Ces antithyroïdiens sont très nombreux, on en connait actuellement près de 200; généralement, ils contiennent du soufre, bien que la présence de cet élément ne soit pas strictement indispensable. Les plus connus sont les dérivés de la thiourée, du thiouracil et du thiazol.

Il est intéressant de signaler en passant que des propriétés antithyroïdiennes ont été découvertes dans de nombreux végétaux (chou, radis, soja, navet, laitue, pois, lentilles, etc...).

A des rats traités par le thiouracil, *Rawson* et Coll. (20) administrent de l'iode radioactif dont l'introduction en biochimie par *Herz* et Coll. (21) et *Hamilton* et Coll. (22) a permis de solutionner bien des problèmes relatifs à la physiologie thyroïdienne.

Cet iode radioactif n'est fixé par la thyroïde qu'à raison de 10 % contre 56 % pour les sujets témoins.

Le thiouracil s'oppose donc à la fixation de l'iode par la thyroïde; celle-ci s'hypertrophie mais au microscope, ne montre plus guère de substance colloïde, dans la lumière des follicules.

Une expérience à peu près semblable, réalisée par *Franklin* et Coll. (23) a donné lieu aux mêmes constatations.

A la suite de nombreuses recherches effectuées sur rats, *Astwood* et *Bissel* (24) émettent une opinion catégorique : le thiouracil inhibe l'élaboration de la thyroxine; il se pourrait que l'antithyroïdien réduise l'iode en iodure.

Il reste un point à élucider : comment expliquer l'hypertrophie glandulaire, consécutive à l'administration d'antithyroïdien ? Sous l'influence de celui-ci, l'élaboration de l'hormone est annihilée; les réserves rapidement amenuisées, passent dans la circulation. C'est à ce moment que survient la réaction de l'hypophyse, justement baptisée « moteur » ou mieux « cerveau endocrinien » qui vient à la rescousse de la thyroïde, en secrétant l'hormone thyréotrope (TSH). Sous l'action de cette dernière hormone qui, normalement, doit être inactivée par la thyroxine, la thyroïde s'hypertrophie, mais sans secréter d'hormone; autrement dit, la glande « tourne à vide » *Perrault* et Coll. (25).

L'utilisation de ces produits à activité antithyroïdienne présente au surplus, certaines difficultés pratiques.

Tous ceux qui ont effectué des essais biologiques avec les antithyroïdiens, ont remarqué que l'inappétence relative manifestée par les sujets soumis à ce régime durant une longue période, est quasi constante. La quantité de nourriture consommée diminue. S'agit-il d'une réduction du métabolisme, consécutive à l'hypothyroïdie ? BRATZLER et Coll. (26) se sont chargés de démontrer que cette réduction est bien primaire. Nourrissant des rats de façon à ce que les entrées alimentaires soient les mêmes pour tous, ils ont remarqué que les antithyroïdiens diminuaient les échanges caloriques. De par cette diminution des dépenses énergétiques, les animaux sont plus calmes, moins excitables, rapidement fatigués, inactifs; bref, toutes conditions propices à l'engraissement.

ANTITHYROIDIENS CHEZ LES PORCS.

Chez le porc, quoique de nombreux essais aux antithyroïdiens aient été rapportés dans la littérature, il est extrêmement malaisé de se faire une idée précise sur la valeur de ces produits.

Si nous nous plaçons à un point de vue strictement pratique, l'étude des antithyroïdiens peut être ramenée à l'examen de 4 points importants : leur effet sur la croissance; la durée du traitement; la répercussion sur l'indice de consommation et sur la valeur marchande des carcasses.

L'action des antithyroïdiens sur la croissance du porc est bien discutée, à en juger par les relations trouvées dans la littérature.

Ainsi, dans une série d'expériences sur porcs, nourris, pendant une période échelonnée de 28 à 45 jours, d'un régime supplémenté en thiouracil à la concentration de 2 à 2,5 pour mille, *Van der Noot* et Coll. (27) notent une augmentation de poids plus élevée chez les sujets traités que chez les témoins et un engraissement accéléré des premiers qui sont particulièrement nonchalants et paresseux. *Muhrer* et Coll. (28) émettent la même opinion.

La mode d'alimentation est un élément important à envisager ainsi que le montre l'expérience suivante due à *Terril* et Coll. (29). A la concentration de 1,5 pour mille dans la ration de porcs pesant 140 à 180 livres, le thiouracil augmente les gains de poids quotidiens à condition que les animaux soient rationnés (apport alimentaire équilibré entre les témoins et les sujets traités); lorsque ces mêmes porcs étaient alimentés « ad libitum» l'inverse se produisait.

D'autre part, les porcs, dépassant 146 livres et nourris d'un régime supplémenté en méthylthiouracil à raison de 2,5 pour mille (taux plus intéressant que celui de 0,5 à 1 pour mille) font des gains plus considérables; mais l'effet inverse est observé pour les porcs pesant moins de 127 livres (*Van der Noot* et Coll.) (30).

De ce dernier essai, ressort une indication excessivement précieuse : il importe que le développement corporel soit suffisamment avancé avant de commencer l'administration d'un antithyroïdien (*Van der Noot* et Coll.) (17).

Ce sont là, les principales expériences menées sur porcs, plaidant en faveur des antithyroïdiens, du moins, quant à l'accélération du développement corporel dans des conditions bien déterminées.

Par contre, plus nombreuses sont les publications affirmant la réduction de la croissance qui suit l'administration de ces « antihormones », les gains de poids des animaux traités étant inférieurs à ceux des témoins (*Acevedo* et Coll.) (31); (*Beeson* et Coll.) (15); (*Hale* et Coll.) (16); (*Terril* et Coll.) (18).

Non seulement le développement serait retardé, mais le type même est modifié profondément : dimensions plus réduites des membres et du tronc, chez les sujets recevant le thiouracil (*Mc Millen* et Coll.) (33); (*Braude* et Coll.) (18).

Nous avons très nettement observé les modifications de conformation survenant chez des porcs ayant reçu du thiouracil, pendant 2 mois: ils restaient plus courts que les témoins; la largeur de poitrine était plus grande: le corps était manifestement plus tourné, plus « roulé ».

L'action des antithyroïdiens peut cependant varier très sensiblement, suivant que le produit a été donné pendant une période bien limitée ou, au contraire, pendant plus longtemps : c'est là le deuxième point à envisager, point crucial dans la pratique éventuelle du rationnement.

Le thiouracil, ajouté à la ration du porc, se traduit par des croîts journaliers plus importants durant les 18 premiers jours de traitement: par après, le poids des animaux traités devient inférieur à celui des témoins (*Acevedo* et Coll.) (31); (*Beeson* et Coll.) (15); (*Braude* et Coll.) (18).

L'expérience réalisée par *Williman* et Coll. (34) est absolument démonstrative à cet égard. L'addition de thiouracil à 1 ou 2 p. mille, au régime de porcs en croissance s'alimentant à la trémie, diminuait l'importance des gains quotidiens; cependant, lorsque les animaux étaient soumis au même régime, mais « rationnés », pendant 28 jours, les accroissements de poids se montraient meilleurs par rapport à ceux des témoins. Puis, à partir du 28^e^ jour et jusqu'au 58^e^ jour, ils baissaient fortement et devenaient à nouveau plus faibles que ceux des témoins.

Ces résultats suggèrent qu'il n'y a pas lieu de généraliser l'emploi du thiouracil dans le rationnement du porc; toutefois, son utilisation pendant un laps de temps limité n'amènerait pas de répercussions défavorables. D'ailleurs, un gros écueil se présente lorsque la drogue est administrée longtemps. Son goût amer, désagréable, explique que l'animal refuse sa ration. Il n'est pas tellement facile d'améliorer les caractères organoleptiques de pareil régime.

Quant à la répercussion de l'administration des antithyroïdiens sur l'utilisation des aliments, les avis des expérimentateurs sont ici plus concordants. Les porcs traités aux antithyroïdiens, consomment une plus

faible quantité de nourriture, par unité de gain. Cette diminution de la consommation a été évaluée à 24 % pour *Muhrer* et Coll. (19) : 13 à 18 % pour *Mc Millen* et Coll. (33) : 18 à 36 % pour *Van der Noot* et Coll. (30). Ainsi que nous le signalerons plus loin, nos expériences personnelles ne nous autoriseront même pas à confirmer cette opinion favorable.

Il reste un facteur à envisager : la valeur marchande de la carcasse qui doit obligatoirement satisfaire le goût du consommateur. Pour certains, aucune différence n'est à relever entre les carcasses des animaux traités et celles des témoins (*Acevedo* et Coll.) (31) : (*Mc Millen* et Coll.) (33) (*Terrill* et Coll.) (32).

Pour *Willman* et Coll. (34) les sujets traités au thiouracil présentent une plus forte quantité de graisse. Des observations de *Muhrer* et Coll. (19), il résulte que les carcasses de porcs alimentés au thiouracil, contiennent 3 % de plus d'eau et 3 % de moins de graisse que les témoins.

Ainsi qu'on peut s'en rendre compte, toutes ces notions concernant les antithyroïdiens sont bien imprécises, si ce n'est, semble-t-il, leur répercussion sur l'indice de consommation.

Pour quelques expérimentateurs, la question raciale serait aussi à étudier. Ainsi, *Acevedo* et Coll. (31), utilisant des porcs de race Duroc-Jersey et des Hampshire, constatent que les seconds consomment plus et gagnent davantage que les premiers. La réduction de croissance est de 66 % pour les Duroc et 33 % chez les Hampshire.

De même, *Mc Millen* et Coll. (33) apprécient la réaction aux antithyroïdiens des porcs Yorkshire et Chester White. Ceux-ci, comparés aux témoins de même race, faisaient 16 livres de gain en moins dans l'espace de 41 jours, mais exigeaient 13,8 % de nourriture, en moins par unité de gain.

Les Yorskhire, de même âge, de même sexe, alimentés au thiouracil pendant le même temps, gagnaient 9 livres de moins que les témoins et exigeaient 8,4 % de moins d'aliments.

Concentration du thiouracil dans la ration : 2,5 p. mille (*Acevedo* et Coll.) ; 2 à 2,5 p. mille (*Van der Noot)* ; 2 p. mille (*Willman* et Coll.) ; 1,5 p. mille (*Terrill* et Coll.) ; 1 p. mille (*Beeson* et Coll.) ; (*Mc Millen* et Coll.) ; (*Muhrer* et Coll.).

EXPERIENCES PERSONNELLES SUR PORCS.

ESSAI N° 1.

Quinze nourrains, de même âge, issus d'un même verrat de race Yorkshire et de 2 truies sœurs de race Wessex-Saddleback, sont répartis en 4 lots. Au lot n° 1, est distribué le régime de base dont la composition est la suivante : seigle 20; maïs 30; orge 30; rebulet 9; farine de viande 5; farine de soja 5; éléments minéraux 1.

TABLEAU N° 1. (Essai n° 1).

Dates des pesées	Lot n° 1		Lot n° 2		Lot n° 3		Lot n° 4	
	Poids moyen en kg par sujet	Gain journ. moyen en gr.	Poids moyen en kg par sujet	Gain journ. moyen en gr.	Poids moyen en kg par sujet	Gain journ. moyen en gr.	Poids moyen en kg par sujet	Gain journ. moyen en gr.
19-11	43,45		44,71		39,75		44,78	
		703		680		843		1048
26 11	48,37		49,47		45,65		*52,12*	
		891		1040		857		954
3-12	54,61		56,75		51,65		*58,80*	
		984		657		871		947
10-12	61,50		61,35		57,75		*65,43*	
		943		824		992		741
17-12	68,10		67,12		64,70		70,62	
		960		804		964		714
24-12	74,82		72,75		71,45		**75,62**	
		990		570		930		954
31-12	81,75		**76,72**		**77,95**		**82,30**	
		1267		825		935		1153
7-1	90,62		**82,50**		**84,50**		**90,37**	
		770		500		428		1018
14-1	96		**86**		**87,50**		97,50	
		1000		571		643		214
21-1	103		90		92		99	

Les lots numéros 2 et 3 reçoivent le même régime, à cette différence près qu'il fut supplémenté durant 3 semaines, en méthylthiouracil, au taux de 2 p. mille pour le lot n° 2 et de 1 p. mille pour le lot n° 3. L'antithyroïdien fut administré à partir du moment où fut atteint le poids moyen de 75 kg (phase terminale de l'engraissement).

Au lot n° 4, fut servi également le régime de base du lot n° 1, additionné d'abord de caséine iodée au taux de 0.66 p. mille pendant 3 semaine. mais au moment où les animaux pesaient 50 kg: puis de méthylthiouracil dans des conditions identiques à celles signalées pour le lot n° 2 (2 p. mille).

L'alimentation se pratique à la trémie: les pesées sont hebdomadaires; quatre animaux composent chaque lot à l'exception du lot n° 3 (3 sujets); le poids initial oscille autour de 40 kilos.

Le tableau n° 1 indique les poids et gains moyens par lot (page 66).

Les chiffres en caractère gras correspondent à l'administration de méthylthiouracil; ceux en caractère italique correspondent à l'administration de caséine iodée. Il en sera de même pour les tableaux qui suivront.

	Gain moyen journalier pour toute la période d'engraissement.	Consommation en kg par kilo de croît
Lot I	945 grammes	4,45
Lot II	717 grammes	5,29
Lot III	827 grammes	5,18
Lot IV	860 grammes	4,86

Appréciation des carcasses.

Le contrôle systématique des carcasses à l'abatage, est du plus haut intérêt.

Voici les éléments qui seront envisagés dans ce travail (tableau 2) : le poids vif à l'abatage; le poids abattu: le pourcentage de viande maigre (jambons, épaules, carrés): le pourcentage de graisse totale (les 2 pans du lard du dos — le saindoux); l'épaisseur du lard de la région dorsale; le rapport $\frac{\text{graisse}}{\text{viande}}$

Il ne sera pas tenu compte dans ces rapports de la paroi ventrale composée à la fois de viande et de graisse.

Enfin, nous avons recherché le rapport $\frac{\text{albumine}}{\text{matières grasses}}$ dans le muscle du carré

TABLEAU N° 2. (Essai n° 1).

Lot I	A	B	C	D	Moyenne
Poids vif à l'abatage	103	104	106	103	104
Poids abattu . . .	86	84	86	82	84,5
% de viande maigre	—	54,76	51,16	—	52,96
% de graisse totale	—	39,28	42,73	—	41
Epaisseur du lard dorsal	—	3,6	2,9	—	3,25
Rapport viande / graisse . .	—	3,5	3,33	—	3,41
Rapport albumine / matières grasses	—	3,63	3,64	—	3,63

Lot II	A	B	C	D	Moyenne
Poids vif à l'abatage	101,5	97,5	83	95	94,2
Poids abattu . . .	82,3	76.5	64	76	74,7
% de viande maigre	52,97	54,90	—	—	53,93
% de graisse totale	44,49	37,64	—	—	41,06
Epaisseur du lard dorsal	4,7	3,2	—	—	3,95
Rapport viande / graisse . .	3,26	4	—	—	3,63
Rapport albumine / matières grasses	5,32	6,07	—	—	5,64

Lot III	A	B	C	Moyenne
Poids vif à l'abatage	100	95	93	96
Poids abattu . . .	80	74	73	75,6
% de viande maigre	53,75	53,78	—	53,77
% de graisse totale	40,62	39,43	—	40,03
Epaisseur du lard dorsal	3,8	2,7	—	3,25
Rapport viande / graisse . .	3,64	4	—	3,82
Rapport albumine / matières grasses	4,60	4,22	—	4,41

Lot IV	A	B	C	D	Moyenne
Poids vif à l'abatage	102	99	100	99,5	100,25
Poids abattu . . .	81,5	79	78	78	79,1
% de viande maigre	53,25	—	56,66	55,51	55,14
% de graisse totale	38,52	—	36,66	37,17	37,45
Epaisseur du lard dorsal	2,8	—	2,8	3,8	3,13
Rapport viande / graisse . .	3,75	—	4,39	4,12	4,08
Rapport albumine / matières grasses	8,21	—	6,18	6,12	7,36

Commentaires.

1) Répercussion *sur la croissance :* les animaux ayant reçu le méthyl thiouracil à la phase terminale de l'engraissement, ont une croissance ralentie, par comparaison avec celle des témoins. Ainsi, les gains observés pendant cette période, dans les lots I, II, III (tableau n° 1) sont respectivement : lot I (1267; 770; 1000), lot II (825; 500; 571) et lot III (935; 428; 643).

Les porcs recevant une ration supplémentée en méthythiouracil, à raison de 2 p. mille, croissent moins rapidement (gain moyen quotidien : 717 gr) que ceux auxquels l'antithyroïdien a été ajouté à raison de 1 p. mille seulement (gain moyen quotidien : 827 gr).

De toute façon, ces données confirment certaines expériences rapportées plus haut : à savoir la réduction du rythme de croissance consécutive à l'ingestion d'un antithyroïdien.

2) *Action de la caséine iodée :* La ration du lot IV a été supplémentée d'abord en caséine iodée dans le but d'activer la croissance des porcs pesant à ce moment 50 kg, puis en méthylthiouracil à la fin de l'engraissement (comme pour le lot II). La répercussion sur la croissance, de l'ingestion de caséine iodée n'a guère été sensible; cependant, considéré pour toute la durée de l'engraissement, le croît quotidien moyen de ce lot IV s'est révélé supérieur (860 gr) à celui réalisé par les lots ayant reçu le méthylthiouracil seulement (717 et 827 gr), mais sans toutefois atteindre celui des témoins (945 gr).

3) Contrairement à l'avis de la plupart des expérimentateurs, l'administration de l'antithyroïdien n'a pas amélioré l'indice de consommation.

4) Des constatations relevées sur les carcasses, il résulte que l'administration de caséine iodée a eu des effets heureux : pourcentage légèrement plus élevé de viande maigre et quantité moindre de graisse; rapport viande/graisse beaucoup plus favorable; de même le rapport albumine/matières grasses dans le muscle du carré. Par contre, aucune différence significative n'a été observée parmi les carcasses des lots I, II et III.

ESSAI N° 2.

Comme dans l'essai précédent, 17 nourrains de même âge, de race Indigène Amélioré sont divisés en 4 lots. Le lot n° 1, constitué par 5 sujets, est nourri du régime de base utilisé dans le premier essai. Les lots 2 et 3, comprenant chacun 4 animaux, disposent du même régime auquel est ajoutée la caséine iodée, au début de la période d'engraissement et pendant un laps de temps limité (3 semaines exactement) aux concentrations respectives de 0,66 p. mille pour le lot II. et de 1,32 p. mille pour le lot III. Quant au méthylthiouracil, il est donné en fin d'engraissement au taux de 2 p. mille de la ration, aux lots II, III et IV. Ce dernier groupe ne comportait que 3 sujets, le quatrième ayant été éliminé pour troubles osseux.

TABLEAU N° 3. (Essai n° 2).

Dates des pesées	Lot I		Lot II		Lot III		Lot IV	
	Poids moyen en kg par sujet	Gain quotidien moyen en gr	Poids moyen en kg par sujet	Gain quotidien moyen en gr	Poids moyen en kg par sujet	Gain quotidien moyen en gr	Poids moyen en gr	Gain quotidien moyen en gr
3/6	45,76		46,17		46,15		45,61	
		671		491		538		641
9/6	50,47		*49,61*		*49,92*		50,10	
		514		894		600		781
16/6	54,07		*55,87*		*54,12*		55,57	
		1033		966		994		1076
23/6	61,30		*62,63*		*61,08*		63,10	
		574		803		490		553
30/6	65,32		68,25		64,50		66,97	
		803		724		774		807
7/7	70,94		**73,32**		**69,92**		**72,62**	
		1023		954		804		761
14/7	78,12		**80**		**75,55**		**77,95**	
		654		503		550		550
22/7	82,70		**83,52**		**79,40**		**81,80**	
		793		880		924		457
28/7	88,25		89,68		85,87		85	
		1043		296		351		523
4/8	95,55		91,75		88,33		87,66	

TABLEAU N° 4. (Essai n° 2).

Valeur des carcasses	A	B	C	D	E	Moy.
LOT I						
Poids vif à l'abatage	98,25	99	100	100	109,5	101,35
Poids abattu . . .	73,5	76	77,2	76,6	84,4	77,54
% de viande maigre	52,51	58,68	51,19	56,52	52,96	54,31
% de graisse totale	39.49	35	39,27	35,50	38,98	37,64
Epaisseur du lard dorsal	3,8	3,1	4	3,4	3	3,46
Rapport viande / graisse	2,86	4,23	2,85	3,52	2,72	3,25
Rapport albumine / matières grasses		5,22	4,72		6,41	5,11
LOT II						
Poids vif à l'abatage	103	97,5	104,5	98,5		100,87
Poids abattu . . .	82	73	83,7	77,2		78,97
% de viande maigre	53,66	56,66	52,21	55,31		54,46
% de graisse totale	37,92	37,43	38,35	36,95		37,66
Epaisseur du lard dorsal	3,5	4,3	3	3,2		3,5
Rapport viande / graisse	3,54	3,32	3,15	3,86		3,47
Rapport albumine / matières grasses	3,50	5,81	4,68			4,66
LOT III						
Poids vif à l'abatage	89,5	96	100	100		96,1
Poids abattu . . .	68	75	76,8	78,4		74,55
% de viande maigre	53,82	57,33	55,20	51,08		54,35
% de graisse totale	36,47	35,60	35,68	40,62		37,09
Epaisseur du lard dorsal	4,8	3,5	3,5	4,5		3,85
Rapport viande / graisse	3,3	3,85	3,82	2,87		3,46
Rapport albumine / matières grasses	4,66	6,22	4,78			5,22
LOT IV						
Poids vif à l'abatage	102	99	84,5			95,1
Poids abattu . . .	80	72,2	69			73,73
% de viande maigre	53,25	55,12	57,24			55,20
% de graisse totale	37	35,73	34,20			35,64
Epaisseur du lard dorsal	3,5	3,8	3,6			3,7
Rapport viande / graisse	3,39	3,75	3,96			3,7
Rapport albumine / matières grasses	4,45		6,12			5,23

En résumé, l'alimentation à la trémie se pratiquait comme suit :

Début de la période d'engraissement	Fin de la période d'engraissement
Lot I : Régime de base.	
Lot II : Régime de base + Caséine iodée à 0,66 p. mille.	Régime de base + Méthylthiouracil à 2 p. mille.
Lot III : Régime de base + Caséine iodée à 1,32 p. mille.	Rég. de base + Méthylthiouracil à 2 p. mille.
Lot IV : Régime de base.	Rég. de base + Méthylthiouracil à 2 p. mille.

Le tableau n° 3 indique les poids et gains moyens par lot (page 70).

Le gain moyen quotidien pour toute la période d'engraissement est de :

Lot I : 790 grammes.
Lot II : 723 »
Lot III : 669 »
Lot IV : 667 »

La consommation par kg de gain a été de 4,14 kg (lot I); 4,41 kg (lot II); 4,57 kg (lot III); 4,32 kg (lot IV).

Appréciation des carcasses : tableau n° 4 (page 71).

Commentaires.

1) L'administration de caséine iodée au taux de 0,66 p. mille a reproduit sensiblement les résultats du premier essai : croît quotidien supérieur (723 gr) à celui des sujets traités au thiouracil (667 gr) mais légèrement inférieur à celui des témoins (790 gr). Par contre, des taux plus élevés de caséine iodée ne paraissent guère favorables, concernant l'activation de la croissance.

2) Le méthylthiouracil inhibe le développement corporel. Il suffit de comparer dans les divers lots les croîts moyens observés à partir du moment où l'antithyroïdien a été utilisé.

Témoins : 1023 — 654 — 793 — 1043.
Lot II : 954 — 503 — 880 — 296.
Lot III : 804 — 550 — 924 — 351.
Lot IV : 761 — 550 — 457 — 523.

3) A nouveau, l'indice de consommation n'est pas amélioré par l'ingestion d'un antithyroïdien.

4) Aucune particularité à signaler, touchant la valeur commerciale et la composition des carcasses des divers lots.

ESSAI N^e^ 3.

Le but de cet essai est d'étudier la répercussion de l'administration de caséine iodée, donnée ici à partir du poids de 80 kg, donc plus tardivement que dans les essais précédents au cours desquels elle était servie à partir du poids de 50 kg. En outre, le méthylthiouracil n'a pas été utilisé à la phase terminale de l'engraissement.

Le lot 1 (témoin) était constitué par 7 porcs de race Indigène Amélioré, nourris du régime de base (même formule que dans les essais I et II). Le lot 2 (4 sujets) recevait, en supplément, de la caséine iodée, à la concentration de 0,66 p. mille, durant 3 semaines, et cela à partir de 80 kg. L'alimentation est réalisée à la trémie.

Dans le tableau n° 5 sont rapportés les poids moyens et les croîts des 2 lots :

TABLEAU N° 5. (Essai n° 3).

Dates des pesées	Poids moyen en kg par sujet	Gain quotidien moyen en gr	Poids moyen en kg par sujet	Gain quotidien moyen en gr
25/2	53,44		52,60	
		810		681
3/3	59,11		57,37	
		721		607
10/3	64,16		61,62	
		864		973
17/3	70,21		68,43	
		658		712
24/3	74,82		73,42	
		1007		942
31/3	81,87		*80,02*	
		686		648
7/4	86,67		*84,56*	
		1185		371
14/4	94,97		*87,16*	

Gain moyen journalier pour toute la période d'engraissement :

Lot I : 847 gr.
Lot II : 705 gr.

Consommation par kilo de croît : lot I 4,56 kg; lot II 4,33 kg.

Appréciation des carcasses : tableau n° 6 (page 74).

Commentaires .

L'administration de caséine iodée, à des porcs du poids de 80 kgs et à la concentration de 0,66 p. mille, n'a pas de répercussion favorable sur l'accroissement pondéral; le gain quotidien des porcs ayant reçu ce supplément est de loin inférieur (705 grs) à celui des témoins (842 grs). Pour ce qui regarde l'indice de consommation, aucune différence significative n'est à signaler. Les carcasses des sujets traités sont supérieures à celles des témoins : plus de viande maigre; rapport viande/graisse meilleur; rapport albumine/matières grasses dans le muscle du carré plus satisfaisant.

TABLEAU N° 6. (Essai n° 3).

VALEUR DES CARCASSES.

Lot n° I

	A	B	C	D	E	F	G	Moyenne
Poids vif à l'abatage .	96,5	98,5	102	97,5	97,5	99	101	98,8
Poids abattu	74	80	75	76	76	80	82	77,7
% de viande maigre .	51,89	51,25	54,13	55,84	52.36	52,81	52,43	52,95
% de graisse totale . .	38,37	39	36,26	36,10	37,36	38,25	37,56	37,55
Epaisseur du lard dorsal	2,8	4	2,9	3	3	3,5	3,3	3,2
Rapport $\frac{\text{viande}}{\text{graisse}}$ . . .	3,2	2,96	3,62	3,18	3,48	3,24	3,35	3,37
Rapport $\frac{\text{albumine}}{\text{mat. grasses}}$	5,63	5,24	7,02	6,79	5,66	4,13	10,29	6,39

Lot n° II

	A	B	C	D	Moyenne
Poids vif à l'abatage .	101	93	95,5	90,5	96.6
Poids abattu	80	77	76	70	75,7
% de viande maigre .	51,87	56,16	52,36	56	54,08
% de graisse totale . .	40,37	35.84	38,15	35,85	37,55
Epaisseur du lard dorsal	3,3	3,5	3	1,8	2,9
Rapport $\frac{\text{viande}}{\text{graisse}}$ . . .	3	3,56	3,21	4,2	3,44
Rapport $\frac{\text{Albumine}}{\text{mat. grasses}}$	7,38	11,12	4,93	6,5	7,48

ESSAI N° 4.

9 porcs issus d'une même nichée, d'une truie Wessex-Saddleback, couverte par un verrat Yorkshire sont groupés en 2 lots : le lot n° 1 (5 sujets) est nourri du régime habituel signalé plus haut; le lot n° 2 (4 sujets) reçoit le même régime supplémenté en caséine iodée à partir du poids de 50 kgs, pendant 21 jours et en méthylthiouracil à 2 p. mille, 8 jours seulement.

L'alimentation se fait à la trémie, comme dans les autres essais.

Pour le lot n° 1, il sera tenu compte de 2 sujets seulement (3 sujets ayant présenté des troubles pulmonaires).

Les poids et gains moyens sont rapportés dans le tableau suivant (n° 7).

TABLEAU N° 7. (Essai n° 4).

	Lot n° 1		Lot n° 2	
Dates des pesées	Poids moyen en kgs par sujet	Gain quotidien moyen en grs	Poids moyen en kgs par sujet	Gain quotidien moyen en grs
14/1	47,85		49,12	
		664		636
21/1	52,50		53,57	
		454		508
28/1	55,68		57,13	
		850		441
4/2	61,63		60,22	
		677		513
11/2	66,37		63,81	
		741		790
18/2	71,56		69,35	
		721		521
25/2	76,61		73	
		98		678
2/3	77,30		77,75	

Le gain moyen journalier, envisagé pour toute la période d'engraissement, a été de 600 grs pour le lot témoin et de 629 grs pour le lot traité.

Par kilo de croît, les animaux du lot 1 ont consommé 4,32 kgs et ceux du lot II 4,64 kgs.

Le tableau n° 8 nous renseigne sur la valeur des carcasses.

TABLEAU N° 8. (Essai n° 4).

Valeur des carcasses	Lot I			Lot II				
	A	B	Moy.	A	B	C	D	Moy.
Poids vif à l'abatage	95	95	95	100	100	98	102	100
Poids abattu . . .	74	77,6	75,8	78,6	78	77	77	77,65
% viande maigre .	54,86	54,12	54,49	53,43	56,02	57,14	58,44	56,25
% graisse totale .	40	39,04	39,52	39,94	38,20	35,06	32,72	36,48
Epaisseur lard dorsal	3,2	4,1	3,65	3,8	3,2	3	2,2	3,05
Rapport viande / graisse . .	3,8	3,62	3,71	3,33	3,57	3,96	4,97	3,95
Rapport albumine / matières grasses	6,34	5,91	6,12	7,80	10,29	5,19	5,53	7,20

Commentaires :

De toutes les observations relevées dans ce tableau, il ressort que les carcasses des animaux traités révèlent une valeur commerciale un peu supérieure à celle des carcasses des sujets témoins. Par contre, rien de significatif n'est à signaler concernant le rythme de croissance et l'indice de consommation.

ESSAI N° 5.

Les porcs, utilisés dans les 4 expériences décrites, étaient nourris à la trémie.

Ce dernier essai a été conçu en vue de contrôler la répercussion de l'administration d'un antithyroïdien, sur la croissance et l'indice de consommation de porcs « rationnés » à partir du poids de 60 kilos.

Le lot n° 1 a été constitué par 4 porcs nourris du régime habituel; au lot n° 2 (4 sujets) fut servi ce même régime, supplémenté en méthylthiouracil (2 p. mille) durant 3 semaines, à partir du poids de 61 kg. Alimentation à la trémie jusqu'à 60 kg, puis au « bac » jusqu'à la fin de l'engraissement.

Dans le tableau n° 9 figurent les poids et croîts moyens par lot.

Envisagé pour toute la période d'engraissement, le gain quotidien moyen s'est élevé à 705 gr pour le lot témoin et 558 gr pour le lot traité.

Quant à la consommation par kilo de croît, elle a été de 4,60 kg pour les témoins contre 5,19 kg pour les sujets traités au thiouracil.

Pour le lot n° 2, les moyennes ont été calculées pour les sujets B, C et D; A a été abattu à un poids trop faible.

TABLEAU N° 9 : Poids et gains moyens par lot. (Essai n° 5).

Dates des pesées	Lot 1		Lot 2	
	Poids moyen en kg par sujet	Gain moyen journalier en gr	Poids moyen en kg par sujet	Gain moyen journalier en gr
15/9	42,25		41,05	
		818		650
22/9	47,98		45,60	
		553		461
30/9	51,85		48,87	
		901		1020
6/10	58,16		56	
		445		695
14/10	61,28		60,87	
		587		44
20/10	65,37		**61,18**	
		547		610
27/10	69,2		**65,45**	
		1460		1290
4/11	79,42		**74,47**	
		440		461
10/11	82,50		77,70	
		786		—
17/11	88		77,68	
24/11	87,12 (pour 3 sujets		82,75	
1/12	87,25 (pour 2 sujets)		85,4	
8/12	92,75		88	

Commentaires.

1) L'indice de consommation ne s'avère pas plus favorable chez les porcs rationnés et traités au méthylthiouracil que chez ceux nourris « ad libitum ».

2) La croissance du lot 2 a été ralentie; l'appétence pour la ration fut très faible; l'abatage fut donc nécessairement précipité.

3) Le méthylthiouracil n'a donc pas d'action favorable, que les porcs soient rationnés ou non, au poids de 60 kg.

CONCLUSIONS GENERALES

Des 5 expériences que nous avons réalisées sur des porcs, il ressort clairement que l'administration du thiouracil a influencé défavorablement la croissance et l'indice de consommation.

TABLEAU N° 10 : Appréciation des carcasses. (Essai n° 5).

	Lot numéro 1					Lot numéro 2				
	A	B	C	D	Moy.	A	B	C	D	Moy.
Date d'abatage	12/11	12/11	17/12	17/12		10/12	10/12	10/12	10/12	
Poids vif à l'abatage . . .	102	101	99	100	100,75	83	93	93	98,5	94,8
Poids abattu	74	74	77	78	75,75	63	72	72	79	74,3
% de viande maigre . .	49,72	49,72	51,42	54,95	51,30	57,81	52,36	52,22	52,45	52,34
% de graisse totale . . .	41,35	42,70	40	37,43	40,37	33,12	38,75	38,61	38,73	38,66
Epaisseur du lard dorsal .	4	3,8	3,5	3,8	3,77	3	3,2	3,2	3,3	3,23
Rapport $\frac{\text{viande}}{\text{graisse}}$	2,98	2,89	2,55	3,1	2,88	3,85	3,26	3,41	2,86	3,17

ANTITHYROIDIENS ET ENGRAISSEMENT DES COQUELETS.

Dès 1944, *Turner* et Coll. faisant ingérer à des poulets âgés de 8 à 10 semaines, une ration contenant de 1 à 2 pour mille de thiouracil, constatent une augmentation de l'adiposité de la carcasse.

Kempster et Coll. (35) en 1945, après addition pendant 16 jours de 2 p. mille de thiouracil à la ration de poussins de race New-Hampshire âgés de 10 semaines, n'ont pas trouvé de différences sensibles quant à la vitesse de croissance, mais, par contre, la qualité marchande des sujets ainsi traités était nettement meilleure. Le même traitement, appliqué plus longtemps (36 jours) a réduit notablement la vitesse de croissance et augmenté la quantité d'aliments nécessaires pour produire un même gain de poids par rapport aux témoins. Toutefois, cette ingestion prolongée de l'antithyroïdien a amélioré, d'une manière encore plus marquée, la valeur commerciale des carcasses de ces coquelets d'engraissement.

Les mêmes observations ont été faites par *Andrews* et Coll. (36) par *Blakely* et Coll. (37).

ESSAI N° 1 SUR COQUELETS

1) *Action du propylthiouracil chez le coquelet.*

Nous avons utilisé 18 coquelets Leghorn âgés de 10 semaines et répartis en 3 groupes de 6 sujets.

Le groupe A recevait une ration composée de : farine de sarrasin : 30; farine d'orge : 35; farine de manioc : 30; farine de viande : 5. A ce mélange, du lait écrémé était ajouté à la dose de 1,5 kg pour 1 kg de farineux.

Le groupe B recevait le même régime, supplémenté de 0,5 p. mille de propylthiouracil tandis qu'au groupe C, la concentration de ce produit atteignait 1,5 p. mille. Les essais durèrent 23 jours.

A) *Répercussion de l'administration de propylthiouracil sur le poids et l'indice de consommation des poulets.*

Le tableau suivant (n° 9) récapitule les différences de poids observés :

	Groupe A croît moyen en gr.	Groupe B croît moyen en gr.	Groupe C croît moyen en gr.
2me jour	3	— 10	3
4me »	20	8	7
6me »	33	63	53
8me »	26	92	82
10me »	25	94	95
12me »	50	154	153
14me »	58	168	190
16me »	67	164	180
18me »	76	240	195
20me »	97	204	193
22me »	123	223	180
23me »	127	236	176
Croît moyen	**127**	**236**	**176**
Consom. par sujet	**2430**	**2900**	**2800**
Indice de consom.	**19,1**	**12,2**	**15,9**

B) *Action du propylthiouracil sur la valeur marchande de la volaille.*

Les sujets traités présentent une carcasse apparemment plus adipeuse, si l'on en juge par les filets de graisse inondant les interstices intermusculaires (surtout aux régions crurale interne et pectorale).

Nous avons dosé les lipides et les matières protéiques après avoir procédé à la lyophilisation des carcasses préalablement homogénéisées à l'émulsionneur. Nous croyons utile de signaler que ces carcasses étaient parées comme elles le sont généralement pour la vente.

Les résultats obtenus ne montrent guère de différences entre les groupes. Les taux de matières extractibles aux solvants et de matières protéiques oscillent, en effet, autour des moyennes identiques pour les trois lots.

Ces moyennes sont de 58,50 % de la matière sèche pour les protides et de 24 % pour les lipides.

Il semblerait donc que le dépôt de graisse soit modifié non pas quantitaviment, mais bien plutôt qualitativement, les lipides se fixant préférentiellement dans les muscles chez les sujets traités.

C) *Action toxique des antithyroïdiens.*

On a signalé que l'administration d'antithyroïdiens pouvait s'accompagner d'effets toxiques d'intensité variable et qui d'ailleurs ne seraient pas nécessairement en rapport avec l'activité antithyroïdienne.

D'après *E. P. Reinecke* et *C. W. Turner* (38), certains antithyroïdiens comme la thiourée à des doses 0,4 à 0,8 %, sont nettement toxiques.

Nous ne croyons pas qu'il y ait le moindre danger à prescrire le propylthiouracil aux doses indiquées.

D'autre part, comme nous l'avons rappelé, l'utilisation pratique de ces substances se heurte à une grosse difficulté, du fait que les animaux refusent leur ration, à cause du goût désagréable de ces produits. Pareil inconvénient n'a pas été relevé au cours de cet essai, sur poulets.

D) *Action du propylthiouracil sur la glande thyroïde.*

Les thyroïdes des sujets traités (groupes B et C) montrent au microscope, tous les signes d'une inactivité fonctionnelle : la colloïde est très abondante et remplit toute la cavité des vésicules thyroïdiennes qui sont limitées par un épithélium constitué par des cellules très basses.

Celles des animaux du groupe A présentent une image histologique qui témoigne d'une activité normale (colloïde rare; épithélium à cellules hautes).

Quant au volume de ces glandes, aucune différence n'a été constatée chez les témoins et les volailles traitées. En réalité, nous aurions pu nous attendre à trouver des thyroïdes hypertrophiées dans les groupes B et C;

en effet, la diminution du taux de l'hormone circulante eut pu stimuler la sécrétion d'hormone thyréotrope hypophysaire, celle-ci pouvant provoquer l'hypertrophie anatomique mais non fonctionnelle de la glande thyroïdienne.

E) *Action du propylthiouracil sur les testicules.*

L'examen histologique a montré que les testicules des sujets témoins étaient en pleine activité tandis que ceux des sujets traités étaient en période de repos. Les antithyroïdiens ont provoqué une véritable castration hormonale.

F) *Action du propylthiouracil sur le taux du carotène et de la vitamine A.*

Les foies des volailles soumises à l'essai, ont été examinés du point de vue de leur teneur en carotène et en axérophtol.

Après réduction en pulpe, du tissu hépatique, nous avons procédé à une saponification sous gaz inerte.

L'insoponifiable a été extrait par l'éther sulfurique déperoxydé et après évaporation sous vide et sous azote de cet extrait.

Le résidu, repris au chloroforme, a été mesuré en lumière monochromatique à 4.630 A° pour y doser le carotène.

La même solution chloroformique soumise à la réaction de *Carr* et *Price* nous a donné le taux de vitamine A.

Voici les résultats :

Groupe	Vitamine A (U. I.) en Unit. Intern. par gr.	Carotène
A	5 — 14	traces
B	traces à 8	0
C	0 à 8	0

Ces résultats, certes trop peu nombreux, semblent montrer que la Vitamine A se trouverait à un taux plus faible chez les volailles soumises aux antithyroïdiens.

Commentaires.

Le propylthiouracil administré à des poulets âgés de 10 semaines, à la dose de 0,05 % et même 0,15 %, favorise l'engraissement, améliore la valeur marchande de la carcasse et réduit l'indice de consommation.

Il n'est pas toxique aux doses proposées et il retarde l'activité testiculaire.

Enfin, le taux de vitamine A semble plus faible chez les volailles auxquelles le propylthiouracil a été administré.

ESSAI N° 2 SUR COQUELETS.

Andrews et Coll. (39); *Robblee* et Coll. (40); *Detwiler* et Coll. (41) font remarquer les résultats nettement plus avantageux obtenus par l'association du thiouracil et du stilboestrol, concernant la valeur commerciale des carcasses de poulets.

La castration « hormonale » du coquelet se réalise par implantation d'un « pellet » de 12 mgrs de stilboestrol; cette méthode permet une résorption lente et progressive des cristaux implantés ce qui assure un débit continu et suffisant de produit œstrogène (*Hennaux* et Coll.) (42).

24 coquelets Rhode-Island ont été répartis en 3 groupes : le groupe I recevait la ration de base, utilisée dans le premier essai: les groupes II et III la ration de base supplémentée en propylthiouracil à la concentration de 1,5 p. mille de la ration pendant 4 semaines (du 26 juillet au 22 août); en outre, les coquelets formant le lot n° III avaient reçu un implant de 12 mgrs de stilboestrol.

Voici les résultats enregistrés (tableau n° 10).

Date	Lot n° 1 (ration de base)		Lot n° 2 (ration de base + propyl-thiouracil)		Lot n° 3 (ration de base + propylthiouracil + stilboestrol)	
	Poids moyen en grs	Gain quotidien moyen en grs	Poids moyen en grs	Gain quotidien moyen en grs	Poids moyen en grs	Gain quotidien moyen en grs
26-7	858,1		880,2		871,6	
		26,1		34,7		34,1
2-8	1041		1123		1111,6	
		17,1		26		35,5
9-8	1161		1304		1360	
		17		16,6		20,6
16-8	1280		1420		1504	
		12,1		3,7		19,4
22-8	1365		1446		1640	
		15,7		6,3		15,3
29-8	1475		1490		1747	
		0,7		18		37
5-9	1480		1615		2006	

Gain quotidien moyen pour toute la durée de l'essai :

Groupe I : 14,8 grammes.
Groupe II : 17,5 grammes.
Groupe III : 27 grammes.

Par gramme de croît, les sujets du lot I ont consommé 3,059 gr de farineux; ceux du lot II 3,021 gr; ceux du lot III 3,115 gr.

Des prélèvements de muscles (muscles cruraux et pectoraux) furent pratiqués à l'effet d'étudier le rapport albumine mat. grasses.

	Albumine (taux moyen en %)	Matières grasses (taux moyen en %)
Lot n° I	23,13	2,89
Lot n° II	23,11	2,53
Lot n° III	23,75	3,14

Commentaires.

L'association stilboestrol-thiouracil s'avère très heureuse, touchant l'engraissement du coquelet (gain de poids nettement plus haut; carcasses meilleures).

L'indice de consommation n'a guère été modifié dans cette expérience, par l'administration de l'un des produits ou des deux combinés.

ANTITHYROIDIENS ET ENGRAISSEMENT DES MOUTONS.

En utilisant la thiourée par voie buccale ou bien parentérale, *Turner* et Coll. (43) obtiennent chez des chevreaux ou des agneaux, un arrêt plus ou moins marqué de la croissance. *Andrews* et Coll. (44) observent que le thiouracil donné à des agneaux âgés de 7 mois, à la dose de 1,148 gr par jour, réduit la croissance mais améliore nettement la qualité des carcasses dont les graisses internes sont notablement augmentées. De même *Van der Noot* et Coll. (45) retardent la croissance des agneaux par le méthylthiouracil; toutefois, ils recommandent pour les brebis, la concentration de 0,05 % de méthylthiouracil qui donne lieu à des gains journaliers de 0,59 livre au lieu de 0,41 livre chez les témoins.

ESSAI PERSONNEL.

Nous disposons de 4 moutons mâles castrés, âgés de deux ans, ayant été utilisés antérieurement à des essais biologiques divers.

A partir du 22 février, le régime suivant leur a été servi : betteraves fourragères 2 kg; orge 250 gr; tourteaux d'arachide 200 gr; foin de pré 1 kg.

Dès le 7 mars, trois d'entre eux reçurent quotidiennement du méthylthiouracil : le sujet n° 2 : 35 centigr : le sujet n° 3 : 70 centigr et le n° 4 : 140 centigr, tandis que le n° 1 était gardé comme témoin.

A cette date, nous avons relevé le poids des quatre animaux : n° 1 : 51 kg; n° 2 : 53,250 kg; n° 3 : 51,600 kg; n° 4 : 53,750 kg.

Les pesées furent effectuées régulièrement trois fois par semaine, à 9 heures du matin et l'abatage eut lieu le 2 mai.

Pendant toute la durée de l'expérience, l'appétit fut entièrement conservé, sans qu'on eut fait appel à des artifices en vue de masquer le goût assez désagréable de l'antithyroïdien: la ration d'ailleurs assez peu volumineuse, était intégralement consommée.

Nous relatons dans le tableau qui suit, les poids des 4 sujets durant l'expérience (56 jours).

Ces observations montrent, qu'à égalité de consommation de nourriture, les moutons traités au méthylthiouracil, réalisent des gains de poids nettement plus considérables.

Date	*N° 1*	*N° 2*	*N° 3*	*N° 4*
7 mars	51 kg	53,250 kg	51,600 kg	53,750 kg
»	52,3	55,1	54,5	54
»	52,7	55,75	56	55,750
»	54,35	55,4	57,55	58,600
»	53,35	56,45	58,1	60
»	52,55	56	57	59,85
»	53	57,05	58,5	61,5
»	53,3	57,55	58	62,75
2 avril	53	59,25	59,10	64
»	53	58,5	58	63
»	53,35	58,10	58,5	63,4
»	54,1	58,75	58,5	65,1
»	54,8	59,1	59,75	67
»	55,2	60,25	58,9	67,5
»	55,7	60,45	60,5	67,3
»	55,75	62,3	62	69,2
»	55	63	62,25	69,1
»	55,35	63,3	63,8	69,5
»	55,75	62,9	64	69,75
2 mai	56,25	63,25	63,75	70
Gain total de poids :	5,25 kg	10,00 kg	12,15 kg	16,25 kg
Gain moyen quotidien :	93,4 gr	178 gr	217 gr	290 gr

C'est le sujet ayant reçu la plus forte dose d'antithyroïdien (1,4 gr quotidiennement) qui s'est classé manifestement en première place, quant à l'importance du gain total de poids et par conséquent, du gain moyen quotidien, et qui en outre, à l'abatage, a montré la carcasse de loin la meilleure. Nous avons également effectué sur deux fragments musculaires, l'analyse chimique dont voici les résultats :

	Muscle illiospinal			*Muscle pectoral profond*		
N° des moutons	*Matière sèche*	*Protéine brute*	*Extraits éthérés*	*Matière sèche*	*Protéine brute*	*Extraits éthérés*
I	41,8	19,7	9,29	48,5	16,5	25,7
II	33,5	17,7	13,56	47,8	16,8	26,5
III	36	18,4	15,35	51,5	14,4	30.57
IV	40,5	17,4	21,37	58	13,8	37,12

Conclusions : Cet essai réalisé sur un cheptel numériquement insuffisant, semble montrer que :

1) Le méthylthiouracil favorise manifestement l'engraissement du mouton adulte et fournit une carcasse de haute valeur commerciale avec des muscles richement infiltrés de matières grasses.
2) La dose quotidienne de 1,40 gr pendant 56 jours n'est nullement toxique.
3) L'inappétence se produisant d'une manière si fréquente chez le porc traité aux antithyroïdiens, n'a pas été observée ici.
4) Qu'avec un gain moyen de poids quotidien nettement plus élevé que chez le témoin, la consommation d'aliments est restée identique pour les quatre sujets.

RESUME.

Le but de cette étude est de rechercher la répercussion de l'administration des agents modificateurs de la fonction thyroïdienne, sur l'engraissement des porcs, des poulets et des moutons.

Théoriquement, la diminution des dépenses énergiques, consécutive à l'ingestion d'une substance douée de propriétés antithyroïdiennes, doit rendre les animaux moins vifs, moins excitables, conditions éminemment propices à l'engraissement. D'autre part, un léger hyperfonctionnement thyroïdien doit favoriser la croissance.

Dans le but d'activer la période d'engraissement (élément intéressant au point de vue économique), on peut donc tenter l'administration de l'hormone thyroïdienne au début de l'engraissement et celle d'un antithyroïdien à sa phase terminale. Ce dernier, de l'avis de nombreux expérimentateurs, présente l'avantage d'améliorer l'indice de consommation.

A) Des cinq expériences que nous avons réalisées sur des porcs, il ressort que.

1) le méthylthiouracil au taux de 1 ou 2 p. mille, mélangé à la ration de porcs nourris à la trémie ou bien rationnés, produit un ralentissement du développement corporel.

2) l'administration successive de caséine iodée d'abord, au taux de 0,66 et 1,32 p. mille dans la ration de porcs pesant 50 kg, et cela durant 3 semaines; de méthylthiouracil ensuite donné vers le poids de 75 kg n'a pas été plus utile.

3) la caséine iodée servie à des porcs, au poids de 60 à 70 kg, n'a pas produit de répercussion heureuse sur le rythme du développement pondéral.

4) contrairement à l'opinion professée par la plupart des expérimentateurs, l'indice de consommation n'a pas été plus favorable suite à l'administration de l'antithyroïdien.

5) les porcs nourris de régimes supplémentés en caséine iodée, ont montré des carcasses ayant une valeur commerciale meilleure : pourcentage plus élevé de viande maigre: quantité moindre de graisse; rapport viande/graisse plus élevé.

Par contre, les carcasses de porcs soumis aux antithyroïdiens n'étaient pas supérieures à celles des témoins.

B) Deux essais avec antithyroïdiens effectués sur coquelets ont donné les résultats suivants :

1) Le propylthiouracil administré à des poulets âgés de 10 semaines à la dose de 0,05 % et même 0,15 %, favorise l'engraissement, améliore la valeur marchande de la carcasse et réduit l'indice de consommation.

Il n'est pas toxique aux doses proposées et il retarde l'activité testiculaire.

Enfin, le taux de vitamine A semble plus faible chez les volailles auxquelles le propylthiouracil a été administré.

2) L'association stilboestrol-thiouracil s'avère très heureuse, touchant l'engraissement du coquelet (gain de poids nettement plus haut; carcasses meilleures).

L'indice de consommation n'a guère été modifié dans cette expérience, par l'administration de l'un des 2 produits ou des deux combinés.

C) Un seul essai sur mouton adulte a montré que :

1) Le méthylthiouracil favorise manifestement l'engraissement du mouton adulte et fournit une carcasse de haute valeur commerciale avec des muscles richement infiltrés de matières grasses.

2) Qu'avec un gain moyen de poids quotidien nettement plus élevé que chez le témoin, la consommation d'aliments est restée identique pour les quatre sujets.

En bref, il y a lieu d'être prudent avant d'adopter les agents modificateurs de la fonction thyroïdienne dans la pratique de l'engraissement.

Chez le porc à l'engrais, nos résultats ne sont pas favorables tout au moins en ce qui concerne les antithyroïdiens.

Ceux-ci, par contre, sont à conseiller lors de l'engraissement des coquelets, surtout lorsqu'ils sont associés au stilboestrol.

Des essais devraient être répétés avec des moutons.

Enfin, n'ayant pas expérimenté sur des bovins, nous ne sommes pas autorisés à donner ici le moindre avis.

BIBLIOGRAPHIE.

1) ANDREWS, F.N.; BULLARD, J.F. : Amer. Soc. Ani. Prod. Proc. 1940-112.

2) SIMONNET, H.; LE BARS, H. : Medelingen van de Landbouwhogeschool te Gent 1950 - 4 - 721.

3) DE ROBERTIS, E.; GRASSO, R. : Endocrinology 1946 - 38 - 137.

4) SCHACHNER, H.; FRANKLIN, A.D.; CHAIKOFF, I.L. : Journ. Biol. Chem. 1943 - 151 - 191.

5) LUDWIG, W.; VON MUTZENBECHER, P. : Z. Physiol. Chem. 1939 - 258 - 195.

6) PERRY, T.W.; BEESON, W.M.; ANDREWS, F.N.; J. Ani. Sci. 1951 - 10 - 129.

7) KOGER, M.; HURST, V.; TURNER, C.W. : Endocrinology 1942 - 31 - 237.

8) REINECKE, E.P.; TURNER, C.W. : Endocrinology 1941 - 29 - 667.

9) IRWIN, M.R.; REINECKE, E.P.; TURNER, C.W. : Poultry Sci. 1943 - 22 - 374.

10) BARRICK, E.R.; BEESON, W.M.; ANDREWS, F.N.; HARPER, C. : J. Ani. Sci. 1949 - 8 - 243.

11) REINECKE, E.P.; Mc MILLEN, W.N. : J. Ani. Sci. 1946 - 5 - 420.

12) WALLACH, D.P.; Mc MILLEN W.N.; NEWLAND, H.W.; REINECKE, E.P. : J. Ani. Sci. 1947 - 6 - 501.

13) PERRY, T.W.; BEESON, W.M.; ANDREWS, F.N. : J. Ani. Sci. 1950 - 9 - 48.

14) PERRY, T.W.; BEESON, W.M.; ANDREWS, F.N. : J. Ani. Sci. 1948 - 7 - 531.

15) BEESON, W. M.; ANDREWS, F. N.; WILTZ, H. L.; PERRY, T. W. : J. Ani. Sci. 1947 - 6 - 482.

16) HALE, F.; ROBERTSON, G. L.; LYMAN, C. M.; WYATT, W. A. : J. Ani. Sci. 1948 - 7 - 527.

17) VAN DER NOOT, G. W.; REECE, R. P.; SKELLY, W. C. : J. Ani. Sci. 1948 - 7 - 84.

18) BRAUDE, R.; COTCHIN, E. : Journ. Brit. Nut. 1949 - 3 - 171.

19) MUHRER, M. H.; WARNER, J. R.; PALMER, Z.; HOGAN, A. G. : J. Ani. Sci. 1947 - 5 - 489.

20) RAWSON, R.W.; STERNE, G.D.; AUB, J.C : Amer. Study Goiter 1941 - 159.

21) HERZ, S.; ROBERTS, A.; EVANS, R.D. : Proc. Soc. Exp. Biol. and Med. 1938 - 38 - 510.

22) HAMILTON, J. G.; SOLEY, M. H. : Amer. J. Physiol. 1939 - 127 - 557.

23) FRANKLIN, A. L.; LERNER, S. R.; CHAIKOFF, I. L. : Endocrinology 1944 - 34 - 265.

24) ASTWOOD, E. B.; BISSEL, A. : Endocrinology 1944 - 34 - 282.

25) PERRAULT, M.; KIRSCH, F. : An. Alim. et Nut. 1951 - 5 - 3.

26) BRATZLER, J.W.; BARNES, J.R.; SWIFT, R.W. : J. Nutr. 1949 - 38 - 41.

27) VAN DER NOOT, G. W.; REECE, R. P.; SKELLY, W. C. : J. Ani. Sci. 1947 - 6 - 12.

28) MUHRER, M. H.; HOGAN, A. G. : Proc. Soc. Exp. Biol. Med. 1945 - 60 - 211.

29) TERRILL S. W.; KRIDER, J. L.; CARROLL, W. E.; HAMILTON, T. S. : J. Ani. Sci. 1949 - 8 - 501.

30) VAN DER NOOT, G. W.; REECE, R. P.; SKELLY, W. C. : J. Ani. Sci. 1950 - 9 - 54.

31) ACEVEDO, K.; SCHWEIGERT, B.S.; PEARSON, P.B.; DAHLBERG, F.I. : J. Ani. Sci. 1948 - 7 - 214.

32) TERRILL, S.W.; HAMILTON, T.S.; KRIDER, J.L.; CARROLL, W.E. : J. Ani. Sci. 1950 - 9 - 58.

33) Mc MILLEN, W. N.; REINECKE, E. P.; BRATZLER, L. J.; FRANCIS, M. J. : J. Ani. Sci. 1946-5-419.

34) WILLMAN, J. P.; ASDELL, S. A.; LOOSLI, J. K. : J. Ani. Sci. 1949 - 8 - 191.

35) KEMPSTER, H. L.; TURNER, C. W. : Poultry Sci. 1945 - 24 - 94.

36) ANDREWS, F.N.;SCHNETZLER, E.E. : Poultry Sci. 1946 - 25 - 124.

37) BLAKELY, R. M.; ANDERSON, R. W. : Poultry Sci. 1949 - 28 - 185.

38) REINECKE, E. P.; TURNER, C. W. : Poultry Sci. 1945 - 24 - 340.

39) ANDREWS, F. N.; BOHREN, B. B. : Poultry Sci. 1947 - 26 - 447.

40) ROBBLEE, A.R.; MORRISON, A.B.; CLANDININ, D.R. : Poultry Sci. 1951 - 30 - 772.

41) DETWILER, R.W.; ANDREWS, F.N.; BOHREN, B.B. : Poult. Sci. 1950 - 29 - 513.

42) HENNAUX, L.; HENIUS, J. M. : Bul. Inst. Agr. et Stat. Gembloux 1951 - 3 - 257.

43) TURNER, C. W.; REINECKE, E. P.; SCHULTZE, A. B. : J. Ani. Sci. 1944 - 3 - 448.

44) ANDREWS, F. N.; BEESON, W. M.; BARRICK, E. R.; HARPER, C. : J. Ani. Sci. 1947 - 6.

45) VAN DER NOOT, G. W.; REECE, R. P.; SKELLY, W. C. : J. Ani. Sci. 1950 - 9 - 3.

Utilisation du Radiophosphore $^{32}_{15}P$ pour l'étude de la dispersion des solutions salines dans le sol

par

A. LECRENIER (1-2), C. CORIN (3), E. DERMINE (1-2), O. LIARD (2), T. TRZCINSKI (2) (Gembloux) et J. GOVAERTS (4) (Liège).

I. — INTRODUCTION.

Parmi les nombreux et importants problèmes liés à la santé d'un végétal, celui de la mise en place convenable des fumures minérales est certainement essentiel. Dans le but de mettre les éléments nutritifs le plus rapidement possible à la disposition de la plante, diverses techniques ont été expérimentées, depuis l'ancienne application en couverture jusqu'à des techniques plus modernes, telles que l'application au pal injecteur, au pal mécanique, voire même à l'explosif.

On a pensé à priori que toutes ces méthodes donneraient des résultats intéressants.

Depuis 1947, la « Ligue Pomologique de Liège » et ensuite le « Comité National pour l'Etude de la Culture Fruitière » effectuent des essais de fumure dans divers vergers « haute tige » et « basse tige ». Ces essais ont pour but d'étudier l'influence de doses croissantes d'engrais azotés, phosphatés et potassiques en mélange, sur le rendement de pommiers et poiriers par application en couverture et au pal injecteur. Cette étude est d'ailleurs toujours en cours. Les rapports 1950 de ces organismes semblent montrer, tout au moins dans les conditions d'expérimentation et d'analyses des résultats de ces essais, que les augmentations de ces fumures n'ont pas eu d'influence améliorante sur les rendements. Ceux-ci, dans aucun cas, ne présentèrent une différence significative par rapport aux témoins. A quoi pouvons-nous attribuer de tels résultats ?

(1) « Station d'Amélioration des Plants Fruitiers et Maraîchers » de l'Etat.
(2) « Comité National pour l'Etude de la Culture Fruitière » subsidié par l'I.R.S.I.A.
(3) Chaire de Physique de l'Institut Agronomique de Gembloux.
(4) Laboratoire de Physique Nucléaire de l'Université de Liège.

Nous l'ignorons. Le végétal profite-t-il des fumures croissantes autrement qu'en production de fruits ? Les concentrations des solutions appliquées (15-20 %) ne sont-elles pas toxiques aux radicelles en contact direct avec ces solutions, au point que l'excès de fumure devienne inutile, sinon nuisible ? Enfin, les éléments nutritifs appliqués au sol suivant les techniques des essais sont-ils mis à la disposition des racines d'une manière optimum ? Autrement dit, la dispersion des solutions salines dans le sol se fait-elle mal ? Quels seraient éventuellement les facteurs qui la conditionnent ?

Parmi ces nombreux problèmes, c'est vers le dernier cité qu'il nous a semblé logique d'orienter nos recherches en tout premier lieu. N'est-ce pas dans le sol que débute la destinée d'une fumure par les racines ?

Sans doute, cette étude a-t-elle déjà été abordée par divers auteurs. Signalons notamment le travail de M. *E. Jouis* : « La fumure au pal injecteur ». Cet auteur étudie, par la méthode de l'analyse chimique, la diffusion de solutions contenant Cl, P205, K20 appliquées au sol par le pal injecteur. Citons également M. *Pellet* qui signale, dans un de ses ouvrages, des essais réalisés par MM. *Chevalier, Eynard* et *Mocquet*. Ces auteurs utilisèrent, pour étudier la diffusion des solutions dans le sol, la méthode aux colorants (Bleu de méthylène).

La méthode par analyse chimique présente de réels inconvénients. Les nombreuses analyses que requièrent les sols traités sont très longues à réaliser. De plus, si précises soient-elles, elles rendent difficiles la détermination des zones limites de dispersion à cause de la faible concentration des solutions à ces niveaux.

D'autre part, la méthode aux colorants, sans doute élégante, présente aussi des inconvénients sérieux. La dispersion qu'elle est capable de renseigner n'est valable que pour les colorants seuls. Ces renseignements doivent donc être considérés avec beaucoup de réserves pour l'interprétation de la dispersion des solutions salines dans le sol, d'autant plus qu'il n'est pas exclu de supposer que les colorants, matières organiques, subissent des altérations en présence d'un facteur complexe tel que le sol.

Pour obvier aux inconvénients inhérents à ces deux méthodes, l'un de nous (*M. Trzcinski*) a suggéré la méthode des indicateurs radioactifs.

L'utilisation des éléments radioactifs demande sans doute beaucoup de précautions dans la manipulation des échantillons traités. Ceux-ci ne peuvent aucunement se souiller d'un l'autre. Leur emploi offre néanmoins des avantages certains. Une quantité même minime de ces produits peut toujours être décelée et exprimée en fonction de la totalité appliquée. L'analyse des échantillons de terrain traité est très rapide, ce qui permet la réalisation d'un nombre très grand d'essais en un laps de temps très court. Ainsi, l'analyse d'un échantillon ne requiert que 15 min. y compris le temps nécessaire pour préparer l'échantillon en vue de la mesure radioactive et pour faire tous les calculs.

L'élément radioactif que nous avons choisi est le 32 P. Du point de vue chimique, il a les mêmes propriétés que l'élément nutritif P. normal. Du point de vue radioactif, il émet le rayonnement β qui n'est pas très

nocif pour les manipulateurs. Du point de vue expérimentation, il peut être suivi dans le sol pendant une durée relativement longue : 1 à 2 mois.

Nos essais ont débuté le 21 février 1951. Ils ont tous été réalisés en sols limoneux de la région de Gembloux. Nous signalerons dès à présent que la série de ces essais est loin d'être complète. En effet, de notre étude sur la dispersion des solutions salines dans le sol, les conclusions que nous pourrons tirer ne sont valables que pour l'ion phosphorique seul. Parmi les facteurs qui pourraient être responsables de cette diffusion, nous n'avons retenu que les précipitations atmosphériques, qui à cause de leurs manifestations irrégulières ne nous ont pas permis de réaliser tous nos essais dans des conditions absolument identiques.

Néanmoins, comme nous le verrons, cette série d'essais nous a permis d'obtenir des données sur l'orientation à donner à des essais futurs. C'est là un des premiers buts que nous avons voulu atteindre, afin de contribuer à l'étude entreprise.

Nous tenons à exprimer ici toute notre vive gratitude à M. le Professeur *G. Guében*, pour l'intérêt tout particulier avec lequel il a bien voulu suivre ces recherches. Nous remercions vivement M. *Laudet* et M^lle^ *Picard* qui ont prêté leur concours à l'occasion des mesures radioactives de quelques-uns de nos essais. Nous tenons à remercier également M. *Bezzan*, M^lles^ *M. Bothier* et *L. Vossius*, pour l'aide technique reçue au cours de la réalisation de ce travail.

II. — GENERALITES SUR L'EMPLOI DU PHOSPHORE RADIOACTIF DANS NOS ESSAIS.

A. *Le* $^{32}_{15}P$ *(1) : Forme employée. Rappel de ses propriétés.*

Le phosphore radioactif est préparé dans la pile d'Harwell (Angleterre). Le radiophosphore à l'état d'ion orthophosphorique est fourni en solution dans des ampoules scellées en verre de pyrex de 2 à 10 cm³.

La période (2) du 32 P est de 14,3 jours. Au cours de sa désintégration, il émet uniquement des électrons négatifs d'énergie maxima égale à 1,72 Mev. (Mev. = millions d'électrons-volts).

B. *Mode d'application du produit.*

Le contenu en 32 P de l'ampoule est transvasé dans un ballon de 2 l. L'ampoule est très soigneusement rincée avec de l'eau distillée bouillante afin de n'y laisser aucune trace de radioactivité. Le ballon jaugé est ensuite rempli avec de l'eau jusqu'au trait. De cette première solution sont prélevées des parties aliquotes afin de déterminer exactement la

(1) Le chiffre inférieur indique le nombre atomique et le chiffre supérieur indique le nombre de masse.

(2) La période représente le temps au bout duquel l'activité radioactive est réduite de moitié.

quantité de radiophosphore mise en expérience. Le contenu du ballon est ensuite déversé dans un tonneau de pulvérisateur contenant un volume déterminé d'eau de pluie ou de ville, variable avec la dilution que l'on désire. Enfin, le ballon est rincé très soigneusement à l'eau bouillante.

La dernière solution est celle qui sera appliquée au sol. Pour ce faire, l'expérimentateur est muni de bottes, de gants et de lunettes qui le garantissent contre toute souillure du produit. Autant que possible, tous ces vêtements sont exclusivement réservés à cet usage.

C. *Echantillonnage du sol traité.*

Ce travail doit être effectué avec beaucoup de précautions afin de ne pas contaminer les échantillons inactifs par les échantillons radioactifs

Suivant les essais, nous prélevons les échantillons 3 à 40 jours après l'application des solutions. A cause de la période du 32 P il nous est difficile de dépasser ce laps de temps.

Un cube de 1 à 2 mètres de côté est délimité dans le sol traité. Il est ensuite divisé en tranches verticales équidistantes de 25 à 40 cm et désignées par un chiffre romain. Chacune des tranches verticales est quadrillée par des lignes distantes de 10 à 25 cm (fig. 1). Les zones horizontales

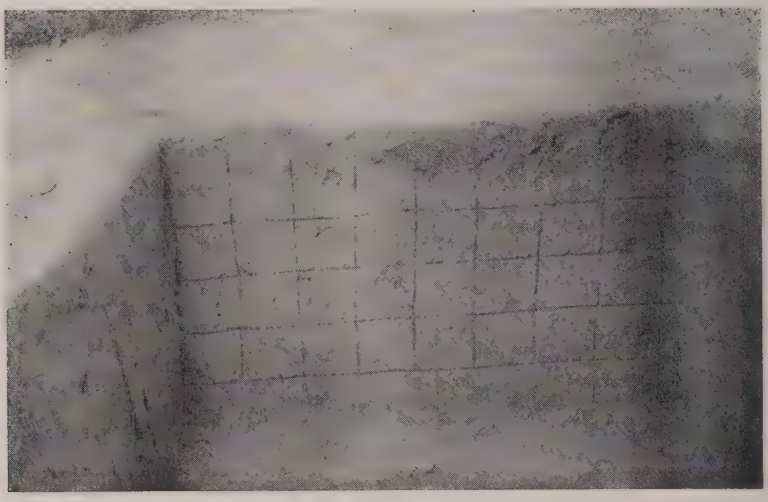


Fig. 1. — Quadrillage d'une tranche verticale à échantillonner.

de ces tranches portent une lettre majuscule. Chaque carré de ces zones porte un chiffre arabe et délimite une face du cube dans lequel sera prélevé un échantillon moyen. Par exemple, I - A -1, désigne le premier échantillon prélevé dans la zone A de la première tranche échantillonnée.

A l'aide d'une des extrémités de la spatule propre à l'échantillon qu'il va prélever, l'échantillonneur nettoie la tranche verticale sur une épaisseur de 5 cm, à l'endroit de la prise de cet échantillon (fig. 2). Il évite de ce fait la souillure de la bêche qui a sectionné la tranche précédente.

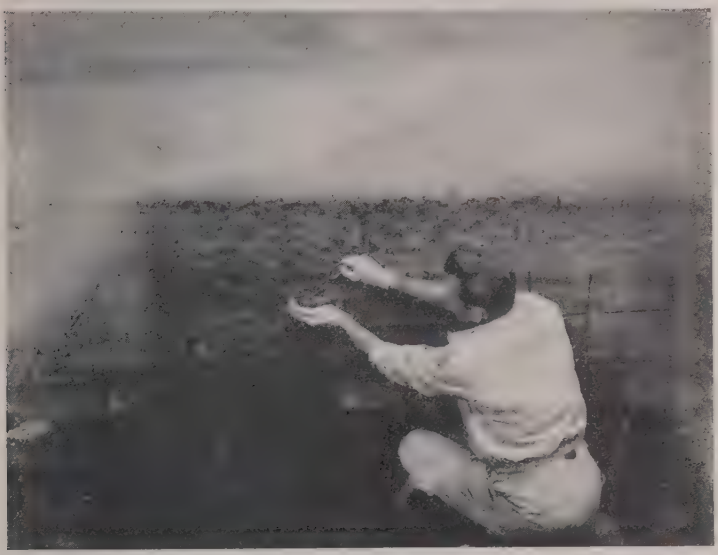


Fig. 2. — Nettoyage de la tranche verticale à l'endroit du prélèvement d'un échantillon.

Ensuite, à l'aide de l'autre extrémité de cette spatule, il prélève l'échantillon de terre qu'il déverse dans un petit sachet identifiant cet échantillon (fig. 3). Chaque échantillon prélevé réclame sa propre spatule afin d'éviter toute souillure d'un échantillon par un autre. Les spatules ne seraient normalement plus réemployables avant longtemps étant donné qu'elles sont à priori radioactives. Néanmoins, après un lavage soigneux à l'eau chaude courante, des spatules chromées ou nickelées peuvent être réutilisées.

D. *Traitement des échantillons.*

a) *Séchage.*

Pour des fins d'analyses dont nous parlerons ci-après, la terre échantillonnée doit être réduite en poudre. Il est donc nécessaire qu'elle subisse un séchage préalable. Ce séchage doit pouvoir se faire assez rapidement, étant donné le grand nombre d'échantillons à traiter au cours de chacun des essais. Le rayonnement infra-rouge donne d'excellents résultats. Douze lampes à infra-rouge, placées à 50 cm de distance et à 30 cm des échan-

tillons (fig. 4), permettent de sécher 200 échantillons de terre en l'espace de 10 à 12 heures. Chaque échantillon est déposé sur une feuille de papier qui est détruite après le broyage.

Fig. 3. — Prélèvement d'un échantillon de terre.
La zone A de la tranche verticale indiquée est entièrement prélevée.

Fig. 4. — Type d'installation de lampes infra-rouge pour le séchage des échantillons de terre.

b) *Le broyage.*

On ne saurait trop insister sur les précautions qu'il faut prendre afin d'éviter le moindre contact d'un échantillon avec un autre. Il faut donc exclure le broyage à l'aide d'un moulin-broyeur. Il en faudrait un nom-

bre égal à celui des échantillons. C'est pourquoi nous avons utilisé des cylindres en verre qui conviennent très bien pour cet usage. Ces cylindres peuvent être réutilisés après un lavage copieux à l'eau chaude courante. Un cylindre est réservé pour chaque échantillon. Celui-ci est broyé sur la feuille qui a servi au séchage. Réduit en poussière, il est prêt pour l'analyse (fig. 5).

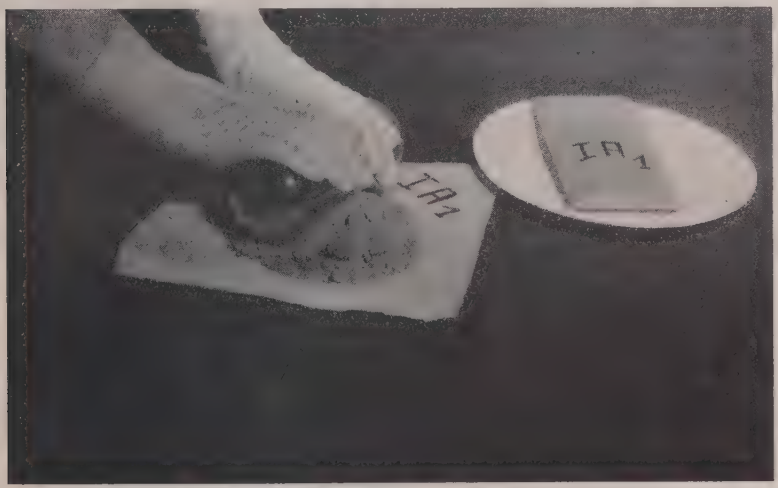


Fig. 5. — Broyage d'un échantillon de terre au moyen d'un cylindre en verre.

c) *Mesures radioactives.*

Les mesures radioactives sont faites à l'aide d'un tube compteur Geiger-Müller à paroi mince. Les échantillons de terre sont placés dans des nacelles en aluminium, chaque nacelle ne servant que pour un seul échantillon. Les nacelles sont remplies jusqu'au bord et renferment 10 g de terre. Pour chaque mesure radioactive nous reproduisons près du tube compteur les mêmes conditions géométriques (surface de la préparation, distance de la fenêtre du tube compteur à la préparation, etc.). Toutes les valeurs sont corrigées en tenant compte du mouvement propre et éventuellement du pouvoir de résolution du tube compteur.

La quantité de radiophosphore injectée est connue exactement. Comme l'appareil de mesures Geiger-Müller est exactement calibré, il est possible d'effectuer des mesures absolues. Toutefois, on obtiendra des valeurs comparatives si les échantillons sont mesurés en couche épaisse, comme c'est le cas pour nos mesures. Pour pouvoir dans ces conditions exprimer les résultats en pourcentage de la dose injectée retrouvé par kg de terre, nous avons procédé de la manière suivante : l'activité de l'échantillon mesurée en couche épaisse (1 cm d'épaisseur) ne représente qu'un certain pourcentage de l'activité totale mesurée pour le même échantillon

se présentant en couche mince. Les conditions géométriques étant toujours les mêmes, il faudra multiplier par un facteur constant l'activité mesurée en couche épaisse pour obtenir l'activité radioactive présente dans chaque nacelle. Pour déterminer ce facteur, nous avons fait une combustion humide de plusieurs échantillons de terre pesant chacun 10 g. Le résidu insoluble est séparé de la solution par filtration et ensuite lavé à l'eau chaude. Des parties aliquotes de ces solutions sont évaporées dans des nacelles en porcelaine et l'activité radioactive est mesurée à l'aide du compteur Geiger-Müller. Les valeurs numériques sont représentées dans le tableau I (1). Dans nos conditions expérimentales, il faut donc multiplier par 3,5 toutes les valeurs pour obtenir la radioactivité contenue dans les 10 g de terre. De cette manière nous avons pu réaliser une mesure quantitative de la dispersion de l'ion phosphorique dans le sol, sans toutefois devoir faire une combustion humide des très nombreux échantillons à analyser (en moyenne 150 à 200 par piqûre).

TABLEAU I.

N° d'échantillons divers	*Rapport C.P.M. × 10³ pour 10 g de terre au C.P.M. de l'étalon*		
	mesure sous une épaisseur de 1 cm	après combustion humide	facteur de conversion.
C.II.2	453	1625	3,6
B.I.2	1949	6950	3,6
C.I.3	800	2415	3,0
C.II.3	3050	10498	3,4
C.III.3	1219	4116	3,4
C.IV.3	1039	3465	3,3
C.I.3	66	240	3,7
D.I.3	72	243	3,4
C.III.2	1304	5000	3,8
C.II.2	559	2100	3,8
			moyenne 3,5

d) *Interprétation des données de l'analyse.*

Afin de concrétiser la dispersion à différentes profondeurs dans le sol, les valeurs des pourcentages définies ci-dessus (pourcentage de la dose injectée/kg de terre), ont été utilisées pour tracer les courbes isodoses à ces différentes profondeurs (voir les graphiques ci-après). A tous les points d'une courbe isodose correspond donc un même pourcentage de la quantité de phosphore appliquée, retrouvé dans 1 kg de terre. Les surfaces délimitées dans les graphiques par les courbes isodoses les plus externes ont été calculées au planimètre pour chaque profondeur et ramenée à la grandeur réelle.

(1) Les activités radioactives sont exprimées en nombre de désintégrations observées pendant l'unité de temps ou coups par minute *(C.P.M.)*.

III. LES ESSAIS ACTUELS.

La première série des essais à l'aide de 32 P a débuté en février 1951. Les conditions expérimentales sont résumées dans le tableau II.

TABLEAU II

N° d'ordre des essais	Dates d'application.	Dates des échantillonnages	Concentration en 32 P de la solution appliquée	Type de l'essai	Volume en litres de solution appliqués pour chaque essai	Type de sol traité
1	22/2/1951	19/3/1951	5mC/200 l d'eau	injection en plein air	20 l	C.3.1
2	8/5/1951	17/5/1951	25mC/50 l d'eau	»	10 l	A.1
3	8/5/1951	31/5/1951	25mC/50 l d'eau	»	10 l	A.1
4	11/6/1951	13/6/1951	50mC/80 l d'eau	»	5 l	C.3.1
5	11/6/1951	20/6/1951	50mC/80 l d'eau	»	20 l	C.g.1
6	11/6/1951	29/6/1951	50mC/80 l d'eau	»	5 l	C.g.1
7	11/6/1951	3/7/1951	50mC/80 l d'eau	»	10 l	C.3.1
8	14/9/1951	18/9/1951	100mC/80 l d'eau	Injection en lieu couvert	5 l	A.f.1
9	14/9/1951	5/10/1951	100mC/80 l d'eau	Injection en plein air	10 l	A.f.1
10	14/9/1951	15/10/1951	100mC/80 l d'eau	Injection en lieu couvert	10 l	A.f.1
11	11/3/1952	21/3/1952	100mC/80 l d'eau	16 inject.-pal mécanique en plein air	3 l par inj.	C.1
12	14/3/1952	28/3/1951	100mC/80 l d'eau	Couverture de 4 m² en plein air	12 l	C.1

Dans la quatrième colonne sont indiquées les concentrations en 32 P exprimées en millicuries (mC) présentes dans le volume total de la solution devant servir aux différents essais. Le millicurie équivaut à $2{,}22 \times 10^9$ désintégrations par minute.

Par le terme injection, nous voulons signifier une application au pal injecteur à la pression de 25-30 kg et à 45-50 cm de profondeur. Les essais 8/10 ont été effectués sous un warenhuis couvrant le sol depuis 2 mois avant les essais et pendant toute leur durée. L'essai 11 a consisté en 2 séries de 8 injections disposées en quinconce sur 2 lignes distantes de 1 m. Distance des injections dans les lignes : 0,50 m. Les 4 m^2 de couverture de l'essai 12 ont été arrosés 4 fois avec 10 l d'eau de ville.

Les symboles utilisés pour caractériser le sol traité correspondent à ceux de la dernière légende du « Centre de Cartographie des sols ».

Voici la légende des ces symboles :

A 1 : Sol sec sur limon ou limon lourd, avec horizon brun rougeâtre, à structure polyédrique typique, débutant à moins de 40 cm de profondeur. Nappe phréatique profonde et drainage superficiel favorable ou excessif.

A f 1 . Sol sec sur limon ou limon lourd, avec horizon brunâtre à structure polyédrique, débutant à moins de 40 cm de profondeur. Nappe phréatique profonde et drainage superficiel imparfait.

C 1 : Sol sec sur limon léger colluvionné, brun grisâtre, plus de 125 cm.

C 3 1 : Sol sec sur limon léger colluvionné, brun grisâtre, reposant sur limon autochtone lourd entre 40 et 80 cm de profondeur.

C g 1 : Sol humide sur limon léger colluvionné, brun grisâtre, taches de rouille débutant entre 80 et 125 cm de profondeur.

Les données concernant les précipitations atmosphériques relatives à chacun de ces essais, ont été récoltées par la « Station de Physique et de Chimie Agricole » de l'Etat à Gembloux. Elles seront reprises en regard des figures qui illustrent les résultats des essais (voir fig. 6 à 17).

IV. RESULTATS DES ESSAIS ACTUELS.

Tous les résultats de ces essais sont repris graphiquement sous forme de courbes isodoses de dispersion dans les figures 6 à 17. Nous prions donc le lecteur de s'en référer afin de suivre leur discussion ci-après.

Graphiques de dispersion au cours des divers essais.

Tous les chiffres renseignés dans le quadrillage de ces graphiques indiquent la quantité de 32 P retrouvée par kilogramme de terre et exprimée en $\% \times 10^3$ de la quantité totale appliquée.

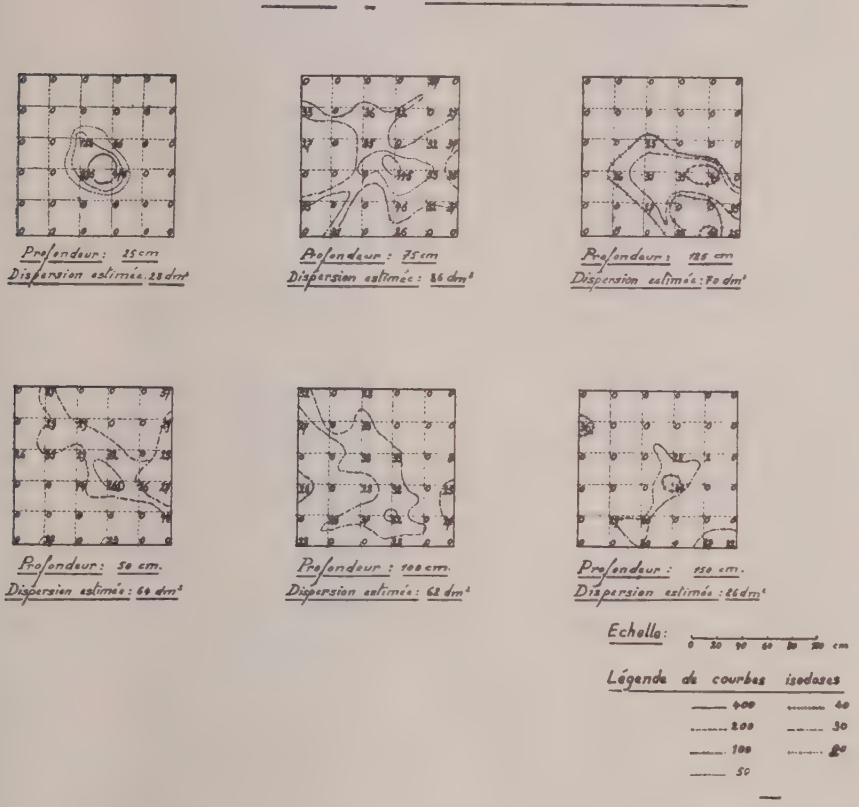


Fig. 6. — Essai 1 en plein air sur terrain type C. 3. 1.
Dispersion, à diverses profondeurs, après 26 jours, de 20 litres d'une solution de 5 millicuries/200 litres d'eau.

TABLEAU III. Précipitations atmosphériques relatives à l'essai 1.

22	février	1951	2,1 mm
23	»	»	2,0 mm
24	»	»	2,1 mm
27	»	»	2,0 mm
2	mars	»	3,2 mm
12	»	»	11,0 mm
13	»	»	0,4 mm
14	»	»	6,4 mm
15	»	»	7,4 mm
17	»	»	9,4 mm
18	»	»	11,5 mm
19	»	»	5,0 mm
Précipitations totales			62,5 mm

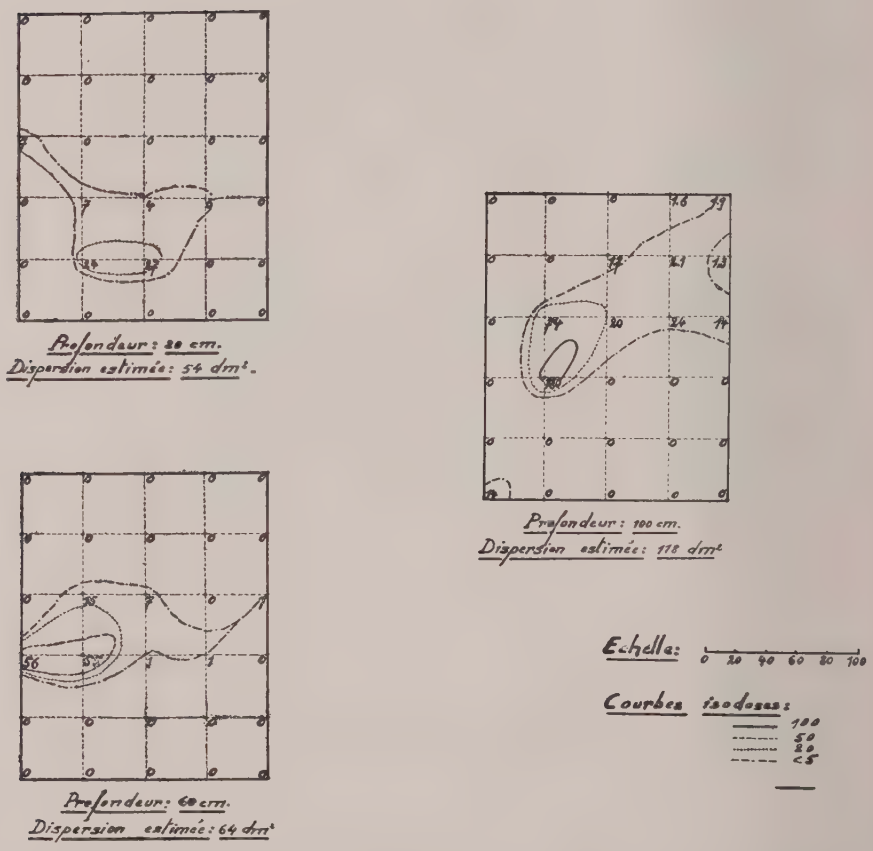


Fig. 7. — Essai 2, en plein air, sur terrain type A. 1.
Dispersion, à diverses profondeurs, après 9 jours, de 10 l d'une solution de 25 millicuries/50 litres d'eau.

TABLEAU IV : Précipitations atmosphériques relatives à l'essai 2.

8 mai 1951	8,0 mm
9 » »	0,2 mm
14 » »	3,0 mm
15 » »	3,7 mm
16 » »	1,5 mm
17 » »	0,8 mm
Précipitations totales	17,2 mm

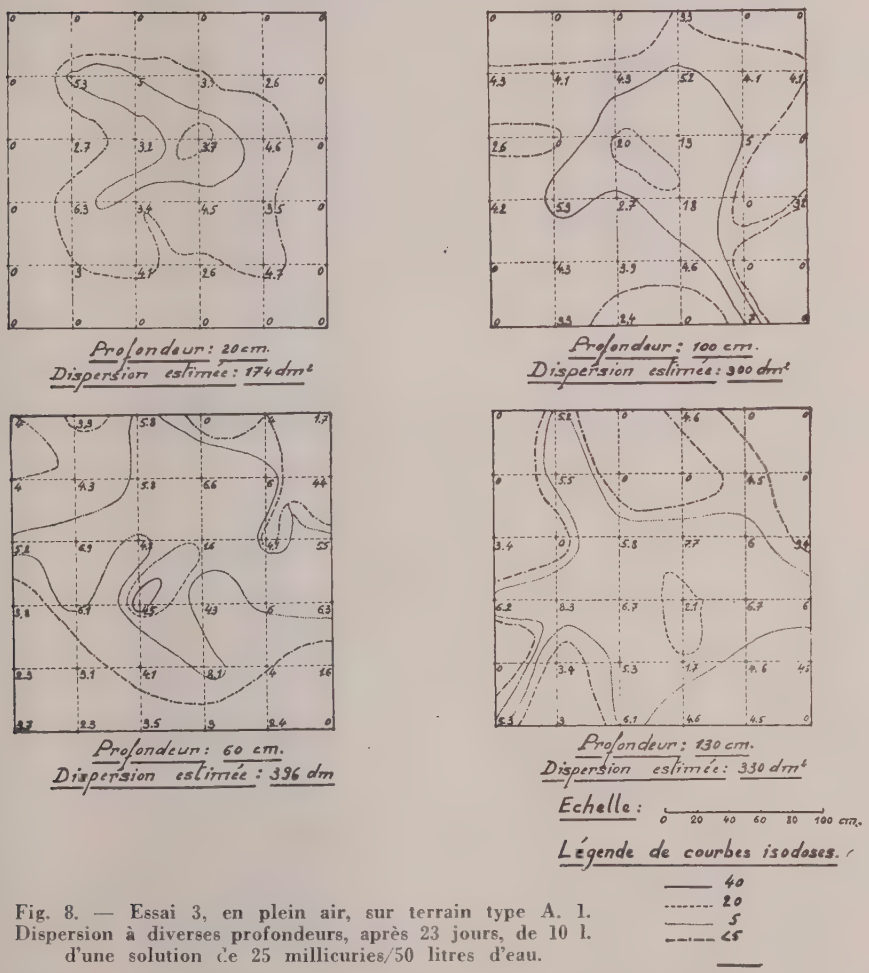


Fig. 8. — Essai 3, en plein air, sur terrain type A. 1. Dispersion à diverses profondeurs, après 23 jours, de 10 l. d'une solution de 25 millicuries/50 litres d'eau.

TABLEAU V : Précipitations atmosphériques relatives à l'essai 3.

Du 8 au 17	mai	1951	17,2 mm (voir tableau IV)
18	»	»	1,0 mm
20	»	»	0,2 mm
22	»	»	1,1 mm
24	»	»	1,1 mm
25	»	»	14,5 mm
26	»	»	8,8 mm
27	»	»	9,7 mm
28	»	»	0,3 mm
Précipitations totales			53,9 mm

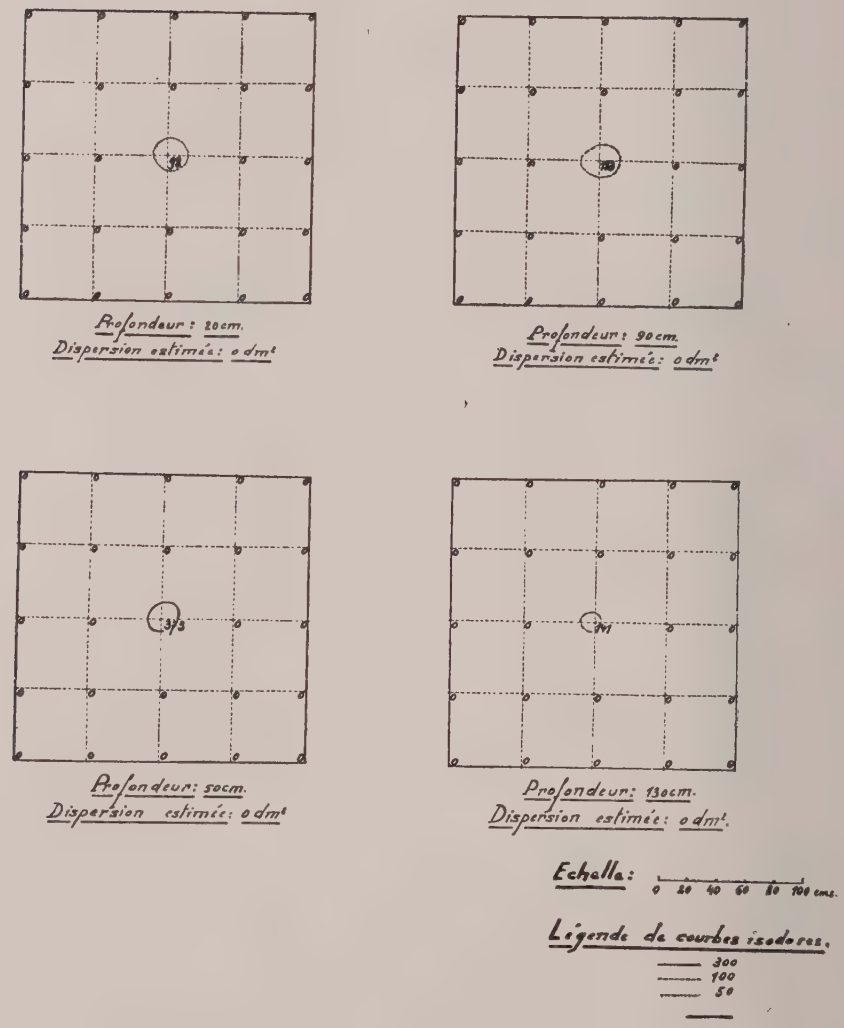


Fig. 9. — Essai 4, en plein air, sur terrain type C. 3. l.

Dispersion, à diverses profondeurs, après 2 jours, de 5 litres d'une solution de 50 millicuries/80 litres d'eau.

Un seul jour de précipitations atmosphériques : le 12 juin avec 6,8 mm.

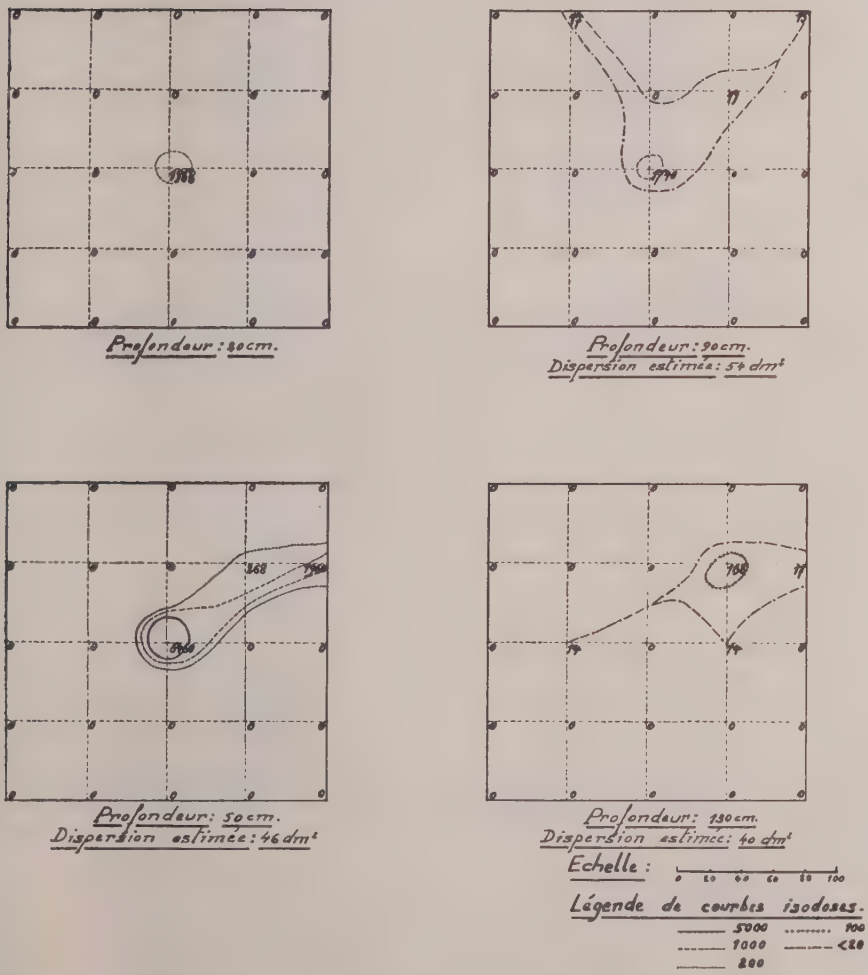


Fig. 10. — Essai 5, en plein air, sur terrain type C. g. 1.

Dispersion, à diverses profondeurs, après 9 jours, de 20 litres d'une solution de 50 millicuries/80 litres d'eau.

Deux jours de précipitations atmosphériques : le 12 juin avec 6,8 mm et le 15 juin avec 2 mm, soit au total : 8,8 mm.

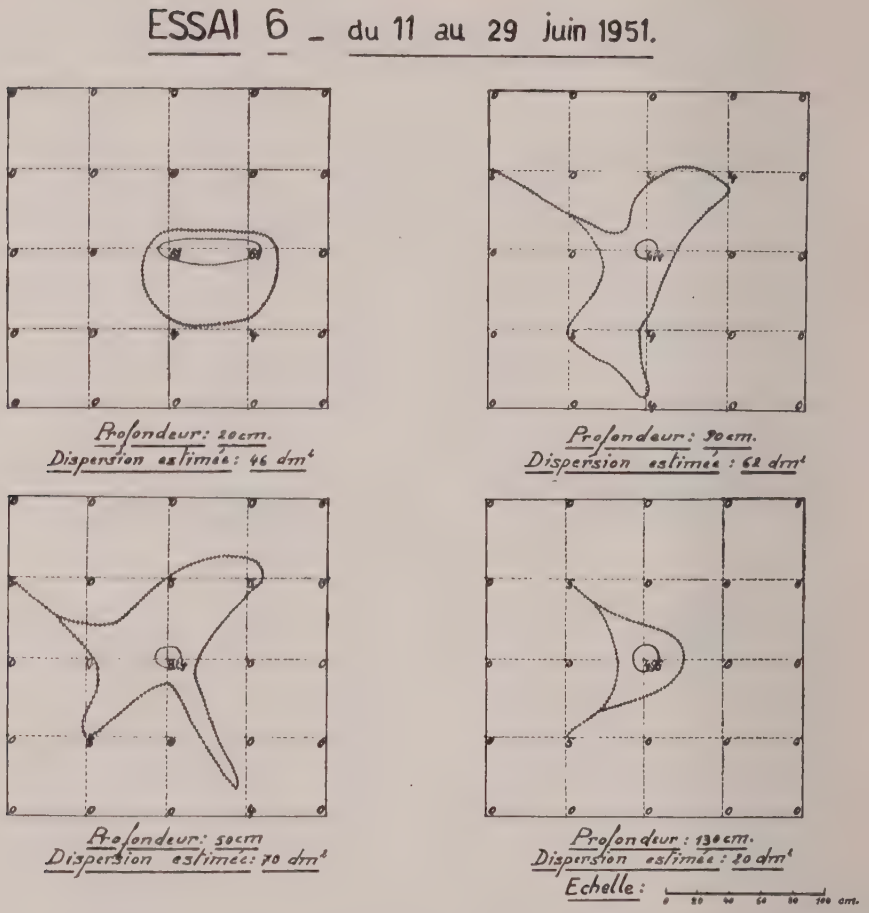


Fig. 11. — Essai 6, en plein air, sur terrain type C. g. 1. Dispersion à diverses profondeurs, après 18 jours, de 5 litres d'une solution de 50 millicuries/80 litres d'eau.

TABLEAU VI : Précipitations atmosphériques relatives à l'essai 6.

12 juin 1951	6,8 mm
15 » »	2,0 mm
21 » »	4,8 mm
22 » »	6,5 mm
23 » »	12,3 mm
24 » »	1,1 mm
25 » »	1,2 mm
26 » »	6,7 mm
27 » »	0,5 mm
28 » »	2,2 mm
Précipitations totales	44,1 mm

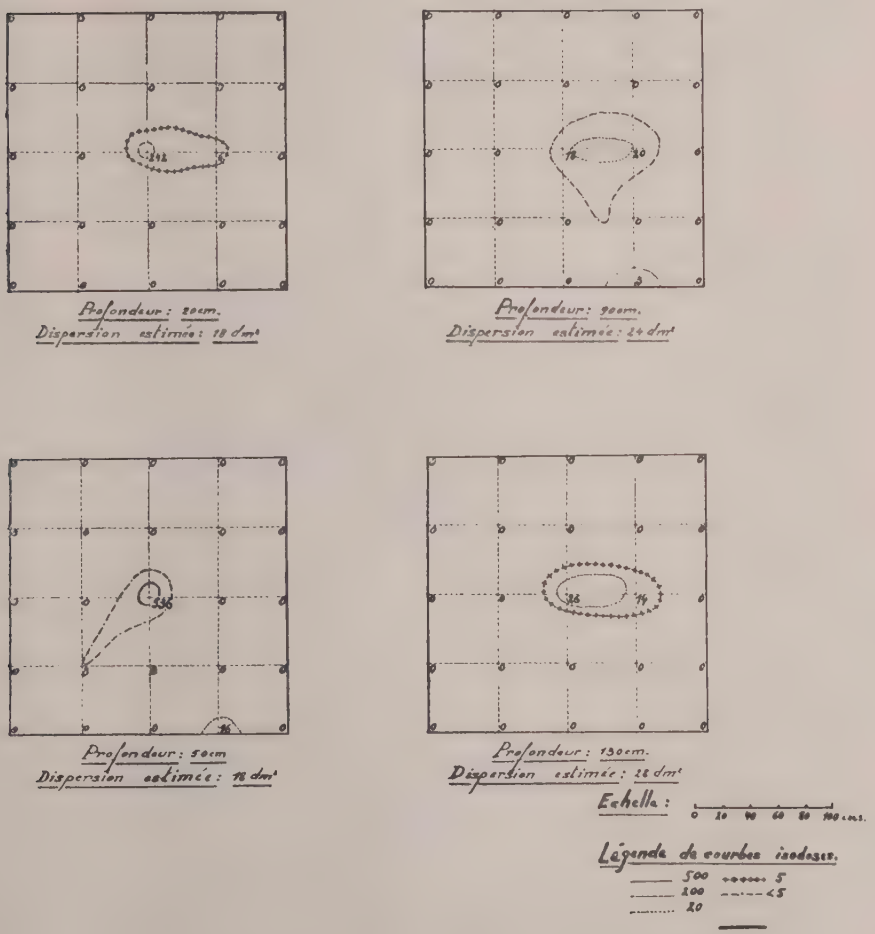


Fig. 12. — Essai 7, en plein air, sur terrain type C. 3. l.

Dispersion, à diverses profondeurs, après 26 jours, de 10 litres d'une solution de 50 millicuries/80 litres d'eau.

Du 11 juin au 29 juin 1951, il y eut 44,1 mm de précipitations atmosphériques (voir tableau VI), du 30 juin au 3 juillet il n'y eut aucune précipitation.

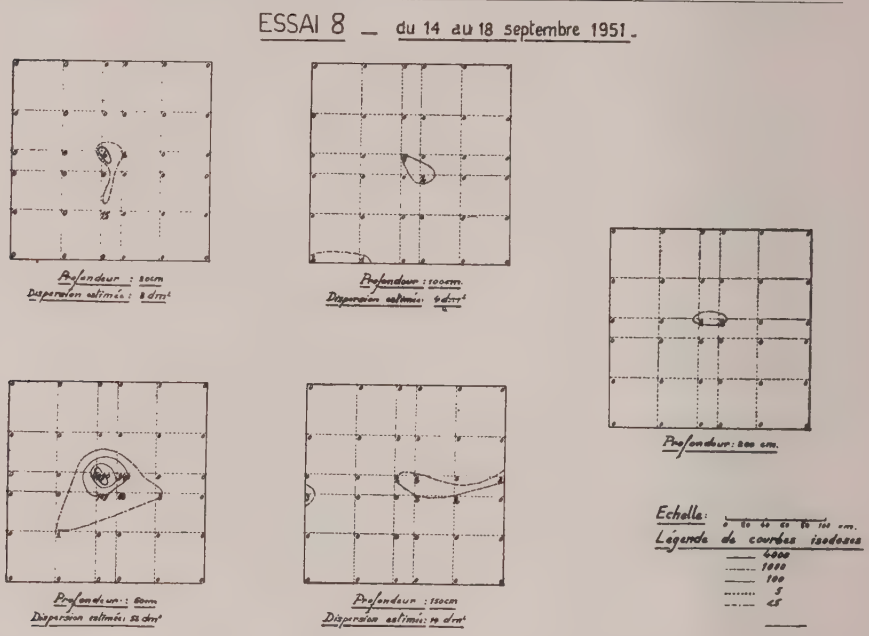


Fig. 13. — Essai 8, en lieu couvert, sur terrain type A. f. 1.
Dispersion, à diverses profondeurs, après 4 jours, de 5 litres d'une solution de 100 millicuries/80 litres d'eau.

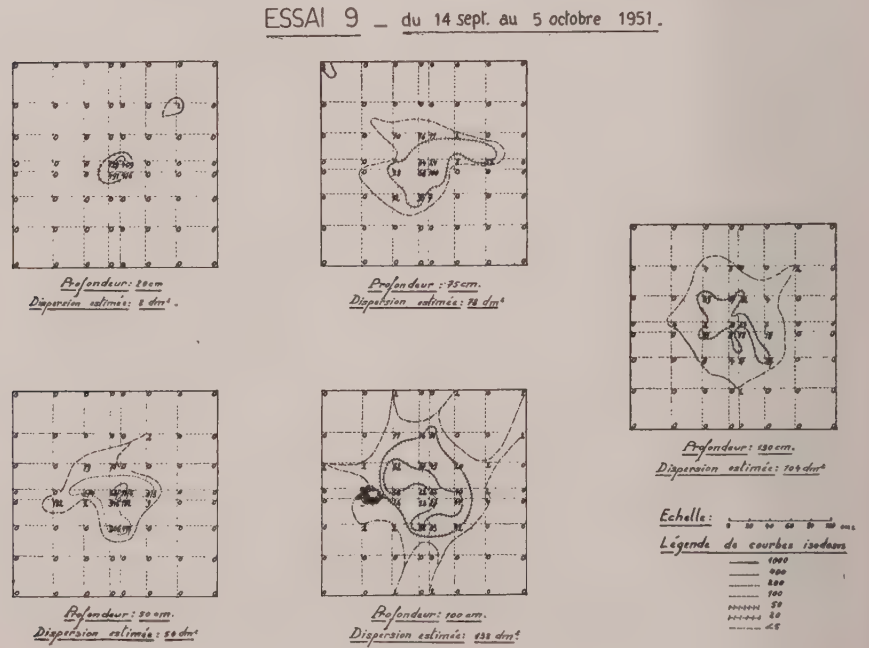


Fig. 14. — Essai 9, en plein air, sur terrain type A. f. 1.
Dispersion, à diverses profondeurs, après 21 jours, de 10 litres d'une solution de 100 millicuries/80 litres d'eau.

TABLEAU VII : Précipitations atmosphériques relatives à l'essai 9.

16 septembre 1951	4,9 mm
19 » »	0,8 mm
23 » »	8,5 mm
24 » »	0,2 mm
25 » »	2,0 mm
26 » »	1,2 mm
28 » »	6,5 mm
5 octobre »	0,2 mm
Précipitations totales	24,3 mm

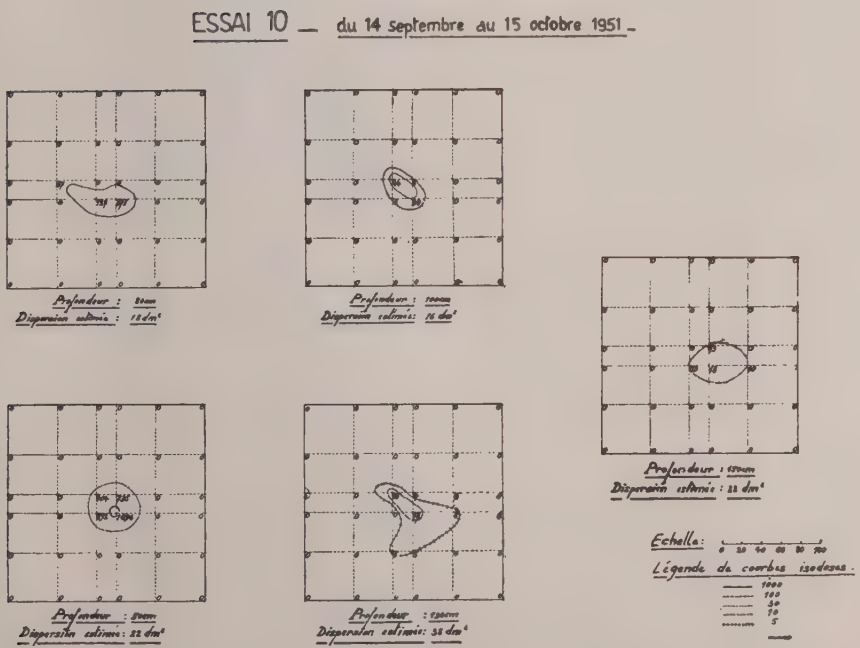


Fig. 15. — Essai 10, en lieu couvert, sur terrain type A. f. 1.

Dispersion, à diverses profondeurs, après 31 jours, de 10 litres d'une solution de 100 millicuries/80 litres d'eau.

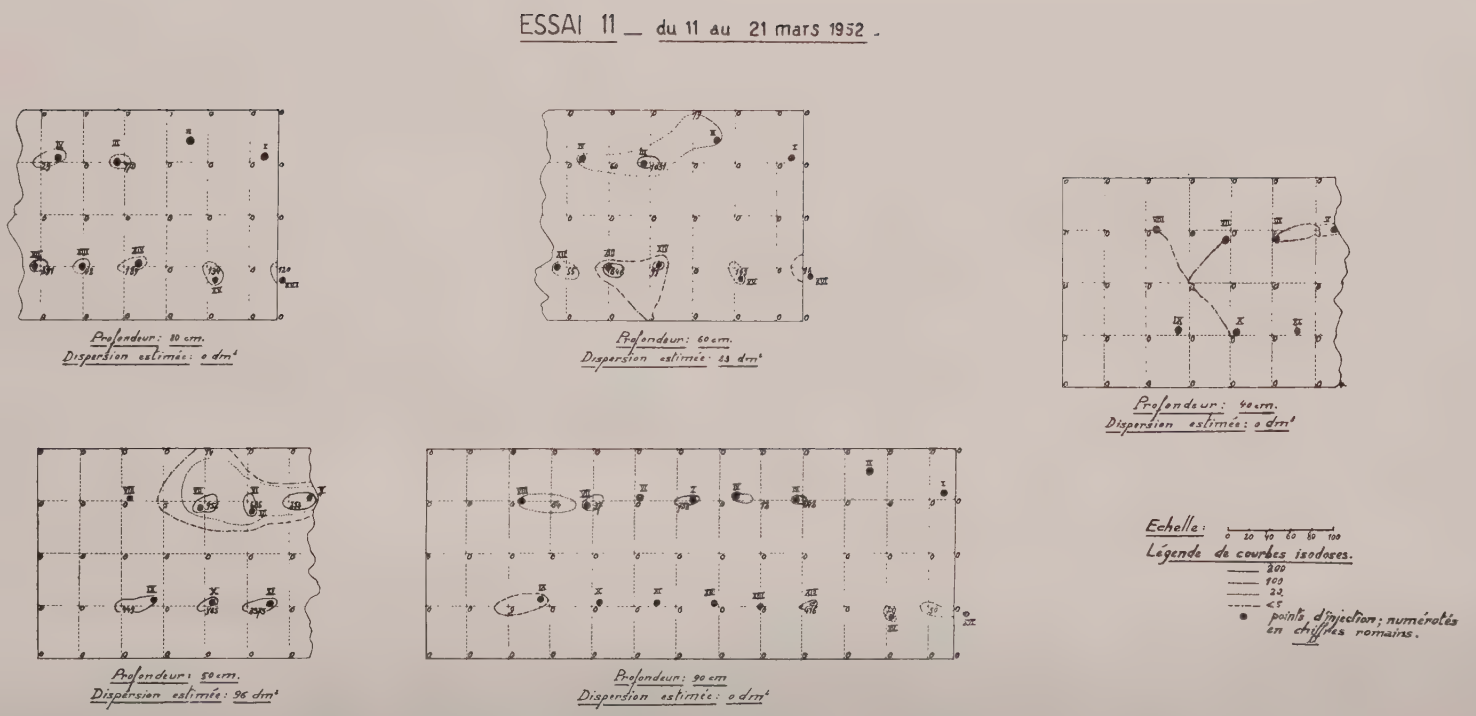


Fig. 16. — Essai 11, à la manière du pal mécanique, en plein air, sur terrain type C. 1. Dispersion, à diverses profondeurs, après 10 jours, de 16 injections de 3 litres d'une solution de 100 millicuries/80 litres d'eau.

TABLEAU VIII : Précipitations atmosphériques relatives à l'essai 11.

11 mars 1952	0,4 mm
12 » »	0,3 mm
18 » »	1,5 mm
19 » »	0,6 mm
20 » »	4,8 mm
21 » »	7,3 mm
Précipitations totales	14,9 mm

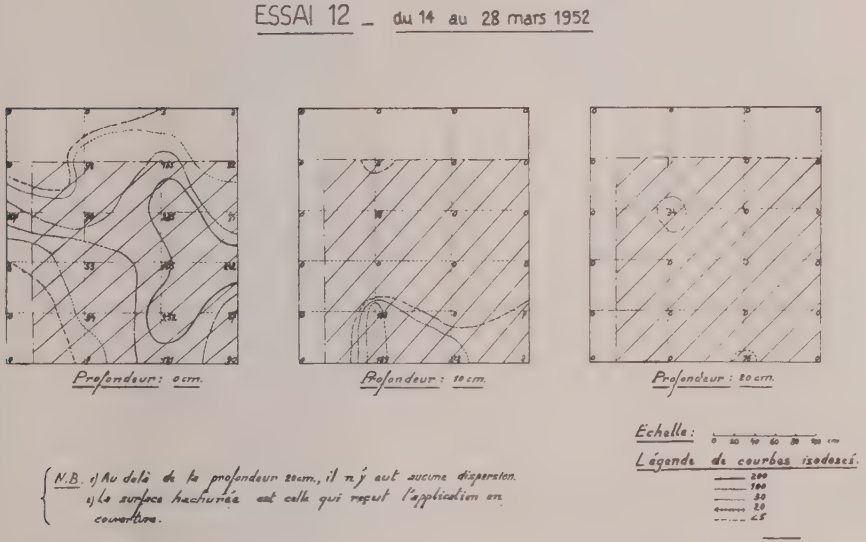


Fig. 17. — Essai 12, en couverture, en plein air, sur terrain type C. 1. Dispersion, à diverses profondeurs, après 14 jours, de 12 litres d'une solution de 100 millicuries/80 litres d'eau.

TABLEAU IX : Précipitations atmosphériques relatives à l'essai 12.

18 mars 1952	1,5 mm
19 » »	0,6 mm
20 » »	4,8 mm
21 » »	7,3 mm
22 » »	4,0 mm
23 » »	5,0 mm
24 » »	16,1 mm
25 » »	12,0 mm
26 » »	2,5 mm
28 » »	8,0 mm
Arrosage artificiel	10,0 mm
Précipitations totales	71,8 mm

V. DISCUSSION DES RESULTATS DES ESSAIS ACTUELS.

Si nous examinons l'ensemble des figures 6 à 17 nous constatons que la dispersion, dans les conditions de réalisation des essais, peut :

1) être satisfaisante (essais 1, 2, 3, 6, 9 — fig. 6, 7, 8, 11, 14). Elle ne dépasse cependant pas en général 150 cm de diamètre. Un seul cas de diffusion plus grande s'est présenté dans l'essai 3 (du 8 au 31 mai 1951 — fig. 8) ;

2) être nulle ou extrêmement réduite (essais 4, 5, 7, 8, 10, 11, 12 — fig. 9, 10, 12, 13, 15, 16 et 17).

Les résultats sont donc variables. Puisque la diffusion, dans certains cas, est inexistante ou très réduite, on peut formuler l'une ou l'autre hypothèse ci-après :

a) Ou bien la diffusion se produit à un moment plus ou moins éloigné de l'application. Elle serait due à un mouvement des solutions salines, phosphoriques tout au moins, déterminé par l'influence active de certains facteurs.

b) Ou bien la diffusion est immédiate et mécanique au moment de l'application. Elle ne serait possible dans ce cas, qu'en présence de certaines conditions physico-chimiques bien déterminées du sol.

Dans la série d'essais que nous présentons dans ce rapport, nous avons étudié l'influence éventuelle que pourraient avoir les précipitations atmosphériques sur la diffusion. Autrement dit, si la diffusion se fait suivant la première hypothèse, le facteur actif réside-t-il dans les précipitations atmosphériques ?

Les résultats des différents essais ci-dessus exposés peuvent pratiquement être groupés en trois catégories, en fonction des précipitations :

1) Diffusion faible ou nulle coïncidant avec des précipitations atmosphériques très faibles.

Ainsi pour l'essai n° 4 (fig. 9), l'échantillonnage a eu lieu 3 jours seulement après l'application de la solution. Pendant ce laps de temps, (du 11 au 13 juin 1951) il n'y eut qu'une chute de pluie de 6,8 mm. L'essai n° 5 (fig. 10) a eu une durée légèrement plus longue (9 jours, du 11 au 20 juin 1951), mais les précipitations n'ont pas été plus copieuses pendant cette période (8,8 mm). De même si nous examinons les essais n° 8 (fig. 13) et n° 10 (fig. 15), nous constatons qu'ils ont été effectués en lieu couvert et que, même dans le cas d'un échantillonnage réalisé 31 jours après l'application (essai n° 10, du 14 septembre au 15 octobre 1951), la diffusion ne s'est pas manifestée.

2) Diffusion très bien marquée coïncidant avec des chutes de pluies nettement plus abondantes.

Dans les essais 1 (fig. 5), 2 (fig. 6), 3 (fig. 7), 6 (fig. 10), et 9 (fig. 13) où la diffusion fut bonne, les échantillonnages ont été effectués au moins 9 jours après l'application, et les précipitations atmosphériques qui se sont manifestées pendant ce laps de temps ont été au moins de 17 mm, soit nettement plus que pour la première série d'essais.

3) Diffusion faible ou pratiquement nulle avec chutes de pluies abondantes.

Dans l'essai n° 7 (fig. 12) pour lequel il n'y eut qu'une très faible diffusion, l'échantillonnage a eu lieu 26 jours après l'application (du 11 juin au 31 juillet 1951), laps de temps pendant lequel il y eut pourtant une chute de pluie de 48 mm. Pour l'essai n° 11 (fig. 16), la dispersion n'a pas été meilleure, bien que l'échantillonnage ait eu lieu 10 jours après l'application (du 11 au 21 mars 1952) et que pendant ce laps de temps, il y eut une chute de pluie de 14,9 mm: néanmoins, la faible dispersion dans ce cas, peut en partie s'expliquer par le fait que les quantités appliquées dans chacune des 16 injections n'a été que de 3 litres et, de plus, on ne peut pas affirmer que 14,9 mm en 10 jours soit une forte chute de pluie.

Pour l'essai n° 12, essai-contrôle en couverture, où il n'y eut pas plus de diffusion, l'échantillonnage a eu lieu 14 jours après l'application (du 14 au 28 mars 1952), laps de temps pendant lequel il y eut une chute de pluie de 61,8 mm augmentée d'un arrosage de 40 litres d'eau sur les 4 m^2 de surface traitée, ce qui correspond à une évaluation au pluviomètre de 10 mm de précipitations atmosphériques.

L'hypothèse d'une corrélation étroite entre les précipitations atmosphériques et la diffusion du 32 P est donc loin d'être démontrée par cette série d'essais. Les cas de diffusion et de non diffusion peuvent s'être manifestés sous l'influence de facteurs absolument étrangers aux précipitations atmosphériques.

Signalons dans cet ordre d'idées le phénomène de la rétrogradation qui défavorise la mobilité de l'ion PO4 dans le sol. « Les phosphates sont retenus dans le sol sous une forme qui ne doit pas faire craindre une élimination trop rapide sous l'action des eaux de pluie ». (De Leenheer - Waegemans - « La Science du sol »).

Il ne nous est donc pas permis actuellement d'infirmer ou de confirmer l'influence des précipitations atmosphériques. D'une part, la série des des essais est trop loin d'être complète. D'autre part, outre la difficulté de trouver des sols absolument identiques, les manifestations des précipitations atmosphériques trop capricieuses nous ont empêché de réaliser ces essais dans des conditions toujours absolument les mêmes. De telles conditions nous auraient permis une analyse beaucoup plus systématique du problème.

Néanmoins nous allons voir que les quelques données de cette discussion nous ont permis de tirer certaines conclusions qui nous montreront dans quel sens des essais futurs sembleraient devoir être orientés.

VI. CONCLUSIONS.

Les quelques essais et leur discussion présentés dans ce rapport, semblent montrer que :

1) si nous admettons l'hypothèse d'une diffusion postérieure à l'application, le facteur actif de diffusion pourrait :

a) ou bien être absolument autre que les précipitations atmosphériques. Il résiderait alors probablement dans la physico-chimie du sol. La

présence ou l'absence de ce facteur physico-chimique déterminerait des conditions favorables ou non à la diffusion ultérieure.

b) ou bien résider dans les précipitations atmosphériques. Son influence ne se marquerait alors qu'en présence de certaines conditions bien déterminées par des facteurs résidant probablement dans la physico-chimie du sol.

2) Si nous admettons l'hypothèse d'une diffusion immédiate à l'application, cette diffusion ne pourrait avoir lieu qu'en présence de certaines conditions du sol bien déterminées également par des facteurs de sa physico-chimie.

En résumé, la diffusion d'une solution saline, phosphorique tout au moins, dans le sol, semblerait être avant tout fonction de certaines conditions du sol traité. Qu'elle soit immédiate ou postérieure à l'application, si ces conditions ne sont pas réalisées, la diffusion ne pourrait se manifester.

REFERENCES :

BALLARD S.S., DEAN L.A., 1940. The use of radioactive phosphorus in soil studies. *Journ. Appl. Phys.* T. XI, p. 366-370.

DE LEENHEER L. et WAEGEMANS C., 1948. La science du sol. — Imprimeur-Editeur Méreaux - Auderghem - Bruxelles.

LECRENIER A., CORIN C., DERMINE E., LIARD O., TRZCINSKI T., GOVAERTS J., 1951. The use of radiophosphorus for studying the spread of fertilizers aplied in the soil. *(Isotope Technique Conference - Oxford).*

LE GRAVEREND E., CHIBEY L., PELLET M., JOUIS E., La fumure au pal des arbres fruitiers. — Soc. Centrale d'Horticulture de la Seine-Inférieure — Comité de Pomologie — Siège : 198, rue Beauvoisine - Rouen.

Ligue Pomologique pour la Défense du Fruit Belge, 1950-1951. Rapport général. *(Institut pour l'Encouragement de la Recherche Scientifique dans l'Industrie et l'Agriculture — I.R.S.I.A.* — 53, rue de la Concorde, Bruxelles.

CHAIRE DE PEDOLOGIE

Quelques observations et réflexions sur la biodynamique du sol en conditions équatoriales

par G. MANIL

AVANT-PROPOS

La région de Yangambi (1) que nous avons parcourue durant quelques mois lors d'une mission accomplie en 1951, nous a livré quelques observations sur l'évolution du profil pédologique sous forêt et sous d'autres couvertures végétales : cultures annuelles, plantations, jachères, ...etc.

La tâche proposée, dans la première partie du travail, consistait à considérer ce que pouvait donner un examen morphologique détaillé sur le terrain; dans la seconde partie, elle se résumait à établir d'éventuelles corrélations entre description morphologique et quelques résultats de l'analyse courante au laboratoire.

Il m'est agréable d'exprimer mes vifs sentiments de gratitude à Messieurs les Directeurs Généraux *Jurion* et *Becquet* et aux Membres du Comité Directeur de l'Institut National pour l'Etude Agronomique du Congo Belge, pour le parfait déroulement scientifique et matériel du voyage qu'il m'a été donné d'exécuter en Afrique.

Mes remerciements s'adressent également à tout le personnel de la Division d'Agrologie et spécialement à son Directeur Monsieur *Focan*, qui m'a fait bénéficier de sa cordiale compétence et à Messieurs *Kuczarow* et *D'Hoore*, qui se sont aimablement chargé de l'analyse des échantillons de terre prélevés.

Je m'en voudrais de ne pas faire une mention toute particulière du dévouement avec lequel mon excellent collègue *Denisoff* a bien voulu organiser matériellement mon travail à Yangambi et me livrer les fruits de sa longue expérience pédologique.

(1) Yangambi : Siège du principal Centre de Recherches de l'Institut National pour l'Etude Agronomique du Congo Belge, (I.N.E.A.C.) est situé en pleine forêt équatoriale à 4° au nord de l'équateur.

Plan du travail.

I. — Définitions préliminaires : *le solum biodynamique.*

II. — Examens sur le terrain :

A. Observations sur le profil forestier,
B. Profils de cultures,
C. Profils sous jeunes recrûs forestiers,
D. Profils sous parasoleraies,
E. Profils sous plantations — Hévéas.

III. — Observations au sujet des résultats d'analyses :

A. Texture,
B. Eléments organiques totaux — carbone, azote,
C. Concernant la qualité de la matière organique, le rapport C/N et matières extraites au NaFl,
D. pH et bases échangeables.

IV. — Remarques finales : *la pulsation du solum.*

I. — DEFINITIONS PRELIMINAIRES

a. *Le Solum biodynamique.*

Dès le début de ces notes, il importe de définir la notion *de profil* suivant l'acception du terme à laquelle nous nous sommes rangé.

Le profil comporte, classiquement, l'ensemble des horizons résultant d'actions d'altération, de migration, d'accumulation, ...etc.

En conditions intertropicales, cette notion d'ailleurs souvent confondue avec le processus de latérisation, est par trop imprécise au point de vue qui nous occupe.

Si l'on examine, tout d'abord, l'épaisseur totale de terrains meubles qui sépare la couverture végétale de la roche-mère non altérée, on constate que les activités biologiques de surface, directes ou indirectes, diminuent d'intensité vers le bas pour atteindre finalement une profondeur où seules prennent naissance des activités physico-chimiques liées à des conditions climatiques générales.

Il est bien connu, ensuite, que la partie inférieure du profil peut poursuivre son évolution dans une direction déterminée, alors que la partie supérieure a déjà atteint un stade mature ou sénile, ou a modifié sa tendance évolutive par suite de modifications de la couverture végétale.

Dans le cadre de la présente recherche, nous bornons la notion de profil à l'épaisseur meuble soumise à l'influence directe de la biosphère et caractérisée par des actions continues dans l'espace permettant l'apparition d'*horizons biodynamiques.*

Le concept de *pédo-climax* surgit immédiatement à l'esprit.

Théoriquement et en dehors d'influences pertubatrices humaines, des conditions climatiques et lithologiques déterminées provoquent l'apparition d'une couverture végétale caractéristique sous laquelle se développe un profil qui tend vers un état d'équilibre caractérisé par une morphologie relativement stable.

En fait, la détermination du pédo-climax n'est pas une tâche aussi aisée qu'on pourrait le croire à priori.

Car dans un profil s'inscrit toute l'histoire de la couverture végétale. Et l'histoire même récente, surtout en conditions équatoriales, peut porter trace, soit de l'intervention humaine, soit de fluctuations climatiques mal connues ayant amené des modifications plus ou moins importantes de la couverture végétale qui se sont inscrites dans le profil d'une manière peut-être *indélébile* (à l'échelle humaine toutefois) quoique *fossilisée*.

Pour ces raisons, il nous paraît utile de compléter la notion de pédo-climax, ou mieux de faire précéder logiquement ce concept par un autre à extension plus limitée, celui de *solum biodynamique*.

Une modification même très brève de la couverture vivante — quelques années de culture entre deux jachères forestières — n'affecte généralement pas suffisamment la morphologie du profil en conditions normales (absence d'érosion) pour amener le cartographe, par exemple, à faire entrer le profil dans un autre Grand Groupe, Série ou même Type.

Cependant, des modifications morphologiquement mineures sont intervenues même après un laps de temps très court indiquant une nouvelle tendance évolutive du profil qui n'aura sans doute pas la possibilité d'atteindre un état d'équilibre.

Nous appelons *Solum biodynamique*, l'ensemble des horizons du profil, dont certaines propriétés sont génétiquement liées d'une manière sélective à toute modification de la couverture végétale.

En d'autres termes, il s'agit des horizons où se concentrent actuellement le gros des activités biologiques perceptibles à l'œil.

Le solum biodynamique comporte deux parties :

— au sommet : *le solum humifère*, dans lequel la matière humique est morphologiquement présente (teintes humiques).

— à la partie inférieure : *le solum non humifère*.

Il est inutile de rappeler qu'un solum biodynamique stabilisé, équilibré naturellement, correspond au solum du profil *pédo-climacique*.

b. *Roche-mère pédologique.*

La roche-mère pédologique est la partie meuble supérieure de la roche-mère géologique, supportant le solum actuel. Considérant différents stades d'évolution des profils, on observe que la roche-mère pédologique peut varier, être remontante ou descendante, alors que la roche-mère géologique demeure la même. La roche-mère pédologique actuelle peut donc empiéter sur un solum précédent.

II. — EXAMEN SUR LE TERRAIN

Généralités sur la région prospectée.

Les observations ont été effectuées dans un rayon de 30 km autour de Yangambi, sur le bas plateau surmontant le fleuve Congo de quelques 100 m.

L'altitude absolue est d'environ 600 mètres.

Le substrat géologique est constitué uniformément de dépôts de sables argileux ocre jaune, très perméables, auxquels on attribue actuellement une origine éolienne. (1)

La couverture végétale primitive était uniformément la Forêt à Scorodophleus Zenkeri sur les portions de l'aire prospectée. Le manteau forestier est assez largement entamé par des cultures, plantations et jachères d'âges divers.

A. — OBSERVATIONS SUR LE PROFIL FORESTIER

Une centaine de profils ont été examinés, dont la majeure partie se trouvait répartie en trois groupes :

1) L'aire du Plan Commun soumise au défrichement au moment de notre passage.

La prospection avait pour but de déceler d'éventuelles différences morphologiques correspondant aux quatre types de végétation forestière reconnus par la Division de Botanique (2), soit :

Forêt à *Scorodophleus Zenkeri;*
Forêt à *Scorodophleus et à Cynometra Alexandri;*
Forêt sans *Scorodophleus;*
Forêt secondaire.

Nous basant sur les cartes de la végétation forestière, nous avions fixé l'emplacement d'une quarantaine de puits de profilage de manière à examiner au moins *8 profils par objet.*

Ces puits étaient également répartis le long de sections orientées suivant la topographie, perpendiculairement aux lignes de plus grandes pentes.

2 et 3) Deux séries de couloirs forestiers situés respectivement à Weko et Yalibwa.

---

(1) L'étude géologique et lithologique détaillée de ces dépôts a été effectuée récemment.

A consulter :

a) de HEINZELIN, Jean, (1952), *Sols paléosols et désertifications anciennes dans le secteur nord-oriental du Bassin du Congo. I.N.E.A.C.*

b) DE LEENHEER, L., D'HOORE, J. et SYS, K., (1952) Cartographie et caractérisation pédologique de la catena de Yangambi, Publications de l'I.N.E.A.C., Série Scientifique, n° 55.

(2) La carte de la végétation nous a été remise par M. Toussaint, assistant à la Division de Botanique de l'I.N.E.A.C. à Yangambi.

Les couloirs forestiers sont intercalés entre des bandes soumises au défrichement et à la culture suivant le mode d'ouverture pratiqué par les services de l'I.N.E.A.C.

L'examen dans ces couloirs avait spécialement pour but de comparer entre eux les profils forestiers, de culture et de jachères.

Pour chaque coupe, nous avons procédé à la détermination du peptisé, suivant la méthode *D'Hoore* et *Frippiat* (1) dans le but d'examiner les corrélations éventuelles entre profondeur déterminée par voie morphologique des activités biologiques et la profondeur du peptisé suivant la technique des auteurs.

En vue de l'analyse au laboratoire, nous avons prélevé des échantillons en quatre répétitions dans les couloirs forestiers et les couloirs de culture ou de jachères voisins.

Examinées d'une manière synthétique, les descriptions des profils sous forêt laissent apparaître quelques traits communs :

I. **Une morphologie du profil relativement constante qui se présente comme suit :**

A) HORIZONS HOLORGANIQUES

Une litière (L) comprenant une mince couche de feuilles existe souvent.

Sous cette litière se rencontre une mince couche de fins débris organiques, plus ou moins pulvérisés que l'on peut assimiler au (F) des régions tempérées. Dans cet horizon rampe un feutrage horizontal de racines qui colonisent également l'horizon sous-jacent.

Très localement, un mince dépôt noirâtre (horizon H).

B) HORIZONS MINERAUX

1°) *Solum humifère :*

H_1. Cet horizon correspond nettement à un système traçant et feutré de racines horizontales qui se laisse décaper assez aisément par arrachement.

(1) D'HOORE, J. et FRIPPIAT, J., (1948) : Recherches sur les variations de structure du sol à Yangambi, Publications de l'I.N.E.A.C., Série Scientifique n° 38. Etude de la variation de la structure des sols soumis à différents modes de traitement à Yangambi, Conférence Africaine des Sols, Goma.

LAUDELOUT, H., D'HOORE, J. et FRIPPIAT, J., (1948) : Influence des microorganismes sur certaines propriétés physico-chimiques des sols de Yangambi, *Conférence Africaine des Sols*, Goma.

De texture très sableuse, il renferme généralement des grumeaux organogènes (1), des grumeaux humiques et de nombreux débris organiques.

Par action naturelle de tassement, cet horizon peut acquérir une certaine compacité, mais il se réduit très facilement en poussière par dessication ou action mécanique.

Il est fréquent d'observer en surface, soit un très mince lit de grains de sable blanc ou d'un dépôt limoneux plus jaunâtre venant du bas par action de la faune.

Epaisseur de *1 à 3 cm.*

H_2. Horizon très foncé correspondant à la partie inférieure déjà plus oblique du feutrage radiculaire superficiel. Il ne se laisse pas décaper en même temps que H_1.

Il apparaît moins riche en débris organiques, mais renferme encore des grumeaux organogènes.

Il devient également poussiéreux par dessication.

Epaisseur de *1 à 3 cm.*

H_3. Horizon humifère de teinte homogène à structure grumeleuse granulaire(2) plus apparente, de texture sablo-argileuse.

C'est typiquement un horizon A_1 suivant la nomenclature habituelle.

Il ne devient pas pulvérulent par dessication; il correspond à un système superficiel de fines racines obliques.

Epaisseur de 3 à 6 cm.

H_4. Il n'est autre que la partie inférieure du A_1 caractérisé déjà par une distribution plus irrégulière de l'humus amenant une hétérogénéité de teinte et une structure moins nette.

Epaisseur de *5 à 12 cm.*

2°) *Solum non humifère :*

H_5. Cet horizon est intermédiaire. Il possède encore des marbrures humifères. Il est d'ailleurs assez abondamment pourvu de racines, mais il apparaît déjà mécaniquement plus compact, mais reste meuble et friable.

Son *épaisseur* est très variable et peut osciller entre *10 et 30 cm.*

H_6. Cet horizon apparaît dans l'ensemble du profil comme un B structural sinon textural.

Mécaniquement le plus compact du profil à structure grossièrement granulaire ou même parfois légèrement polyédrique avec patines argileuses, moins friable, avec texture paraissant plus argileuse.

Localement, fragments de charbon de bois et macules rougeâtres apparemment de terre calcinée.

---

(1) Nous appelons *grumeaux organogènes* par opposition aux *grumeaux humiques*, des agrégats qui nous ont paru liés à l'activité directe de termites, fourmis, ...etc.

(2) Le terme *grumeleux granulaire* désigne des grumeaux à ciment humique, mais à structure faiblement poreuse.

Il peut s'agir de résidus entraînés du haut ou de produits de combustion sur place de grosses racines.

Ces résidus sont souvent moins perceptibles dans les horizons supérieurs.

Les macules rougeâtres quand elles s'étalent en enduit peuvent déceler encore une forme spéciale d'accumulation du fer.

Cet horizon correspond à une strate radiculaire profonde et diffuse dont la partie inférieure est mal limitée.

Par les différences de teintes, il se laisse subdiviser en une partie supérieure 6_1 et inférieure 6_2.

Epaisseur de *30 à 60 cm.*

H_7. Horizon intermédiaire décelé seulement par une différence dans la teinte ou la compacité. Teinte plus rougeâtre, devient friable.

C) ROCHE-MERE PEDOLOGIQUE

H_8. Horizon meuble, onctueux au toucher, finement granulaire, avec racines rares, quand il apparaît avec ses caractères les plus nets.

En résumé, le profil forestier apparaît comme suit :

a) *Horizons holorganiques :*

$\left.\begin{matrix} L \\ F \end{matrix}\right\}$ très minces.

H pratiquement inexistant.

b) *Solum humifère :*

H_1 — Strate radiculaire traçante et superficielle (1re strate).

$\left.\begin{matrix} H_2 \\ H_3 \\ H_4 \end{matrix}\right\}$ Strate radiculaire fine et abondante, oblique (2me strate).

c) *Solum non humifère :*

H_5 — Horizon intermédiaire

$H_6 \left\{ \frac{1}{2} \right.$ Strate radiculaire profonde et diffuse
Grosses racines (3me strate)

H_7 — Horizon intermédiaire.

d) *Roche-mère pédologique :*

H_8 — Racines plus rares.

Quelques observations sur la morphologie du profil forestier.

a) Il est intéressant de noter, tout d'abord, que le profil correspond parfaitement à la morphologie forestière que l'on est accoutumé d'ob-

server sous d'autres latitudes et caractérisée tout spécialement par la présence d'un horizon B (1) à structure particulière.

b) Comparé avec la hauteur et la puissance de la végétation, le solum est peu épais, en relation avec un complexe radiculaire assez superficiel (2).

c) Malgré la présence d'une grande quantité de termitières et la diversité des végétaux en espèces et en âges, la morphologie se maintient assez régulièrement sur une aire donnée. Il faut y voir l'influence de conditions écologiques générales au sujet desquelles nous soulèverons quelques problèmes par la suite.

d) Les termites et autres représentants de la faune peuvent s'observer dans tous les horizons. Leur présence se marque entr'autre par des poches très friables. de fines granules terreuses à l'emplacement sans doute d'anciennes racines, et par un grand nombre de canalicules.

Par leurs actions de brassage, ces animaux jouent certainement un grand rôle dans l'économie du sol en humus, dans le maintien de la porosité, dans l'uniformisation relative des caractères morphologiques.

e) A l'intérieur du solum, les limites sont souvent diffuses et imprécises. Seul le contact entre solum et roche-mère pédologique est relativement net dans les profils typiques.

f) Les teintes déterminées à l'état humide par l'échelle des couleurs du Munsell Color Book adoptée par le Soil Survey des U.S.A. constitue un bon caractère morphologique de distinction entre horizons, parallèlement aux caractères structuraux.

II. **Signification du Peptisé** (D'HOORE et FRIPPIAT). (3)

Le test est effectué sur des échantillons prélevés dans chacun des profils fraîchement creusés.

On traite 2 à 5 gr de terre par le réactif — alcool méthylique (80 %) en volume) — tétrachlorure de carbone (20 %).

Durée du contact, une ou deux minutes; puis on introduit 50 cc d'eau distillée et on agite fortement. Après une minute de repos, on observe la dispersion.

Plusieurs cas se présentent :

— peptisation totale des colloïdes,
— peptisation partielle avec présence de grumeaux floculés,
— floculation totale.

---

(1) Voir, définition de l'horizon B du « Soil Survey Manual », *op. cit.*

(2) En relation d'après certains auteurs avec la présence de nombreuses espèces à contreforts.
cfr. RICHARDS, P. W., The Tropical Rain Forest. Cambridge, 1952, At the Univesity Press.

(3) D'HOORE et FRIPPIAT. *op. cit* (voir page 117).

Après expérience, nous n'avons retenu que les peptisations et floculations totales, les stades intermédiaires apparaissant comme très variables ou peu reproductibles sur un même échantillon.

Pour tous les profils, il existe un horizon continu de peptisation à la partie supérieure reposant sur un horizon de floculation.

Dans la très grande majorité des cas, nous avons observé une bonne concordance entre les observations morphologiques et les indications du test.

Plus précisément, nous avons noté que peptisé descendait jusqu'à *la limite inférieure du solum non humifère.*

Les caractères morphologiques de teinte, de structure, et de répartition du système radiculaire intéressant le solum correspondent à la présence de certaines formes de matières organiques complexées avec les colloïdes minéraux.

Comme une modification de la couverture végétale induit rapidement des variations morphologiques affectant spécialement la structure, on peut admettre qu'il s'agit :

— soit, de l'apparition de substances organiques labiles, sans doute peu abondantes quantitativement et liées qualitativement à des processus biologiques actuels;

— soit, de modes différents de répartition de la matière organique au sein du substrat minéral.

III. **Profondeur du Solum.**

L'épaisseur du solum est variable. Elle peut osciller entre 0,40 m et 1,25 m suivant nos observations, en faisant abstraction de quelques cas exceptionnels.

Considérant les causes systématiques de variation de la puissance du solum, il faut noter :

— 1°. *La texture :*

La texture sableuse, la plus favorable à la diffusion en profondeur de la matière organique correspond à des « solum » les plus profonds.

Il semble logique d'admettre que les propriétés écologiques les plus influencées par la texture soient relatives à la capacité du sol pour l'air qui conditionne, pour une large part, la perméabilité physiologique du milieu pour les racines.

— 2°. *La nature de la couverture végétale :*

Malgré le nombre restreint de nos observations, nous avons cru pouvoir noter le phénomène de remontée du solum *(solum biodynamique remontant).*

Dans un profil forestier typique, la roche mère pédologique apparaît onctueuse au toucher, finement granulaire, contrastant par sa grande friabilité avec la compacité relative des horizons sus-jacents.

Dans un solum remontant, les horizons non humifères actuels n'occupent plus que la partie supérieure d'un ancien solum dont certains caractères de teinte, structure,... plus ou moins altérés permettent de fixer des limites antérieures.

Le test du peptisé correspond d'ailleurs nettement avec les données morphologiques.

Signalons deux exemples où ce phénomène semblait apparaître d'une manière systématique :

a) Dans la parcelle du Plan Commun, la tendance existe pour le type forestier « Forêt à Scorodophleus Zenkeri et à Cynometra » à posséder un solum remontant contrairement au type forestier : Forêt à Scorodophleus Zenkeri, même là, où les analyses de laboratoire ont montré que le facteur textural n'intervenait pas.

b) Respectivement à Weko et à Yalibwa, nous avons examiné deux couloirs forestiers témoins intercalés entre des bandes cultivées ou sous jachères.

Malgré la texture nettement plus sableuse et la pente du terrain plus accentuée, les profils de Yalibwa ont un solum moins épais à *caractères remontants*. Cette constatation est à rapprocher du fait que la forêt de Yalibwa semble posséder en surface un lit organique (horizon F) assez épais avec feutrage mycélien que nous n'avons pas observé aussi parfaitement à Weko.

La discussion des résultats analytiques nous fournira quelques données complémentaires.

B. — LES PROFILS DE CULTURES

L'abatage de la forêt suivi ou non de l'incinération, met brusquement fin à toute une série d'activités biologiques, rompant ainsi un cycle biologique plus ou moins parfait.

Nous avons observé les aires sous cultures suivantes :

— *à Weko :* couloirs arachides 1950 après abatage du recrû forestier 1946 et incinération.

— *à Yalibwa :* culture après forêt (deuxième année sous bananiers et manioc), après incinération partielle.

culture après parasoleraie (deuxième année sous bananiers et manioc), après incinération partielle.

Certaines caractéristiques apparaissent généralement que nous avons spécialement observées :

a) Altération de la structure humique dans les horizons superficiels — structure poussiéreuse en surface fortement teinté de charbon de bois là où l'incinération a été pratiquée.

b) Dégradation de la structure du *solum non humifère* forestier, qui devient compact avec activités biologiques discontinues (pénétration des

racines) se marquant par une vague structure prismatique ou une large et grossière structure polyédrique.

c) Activités de la faune beaucoup moins abondantes.

d) Répartition très irrégulière du peptisé.

Nous sommes manifestement en présence de profils en pleine évolution, dont le solum biodynamique semble actuellement limité vers le bas, à la partie supérieure du *solum non humifère* de l'ancien profil forestier avec localement intrusions discontinues plus profondes.

C. — PROFILS SOUS JEUNES RECRUS FORESTIERS

Une étude systématique a été entreprise dans deux couloirs à Weko :
— Recrû 1947
— Recrû 1948
Le couvert est dense et bas.

Deux traits caractérisent ces profils :

— 1°. Apparition d'importantes activités biologiques, termites, fourmis, animaux fouisseurs, traînées humifères, complexe radiculaire profond, ... etc.

— 2°. Comparativement au profil forestier, la structure de l'ensemble n'est que partiellement restaurée.

L'enrichissement des horizons superficiels en humus est effectué d'une manière discontinue sous forme de zonations plus ou moins sombres.

La morphologie générale des horizons est la suivante :

Horizons holorganiques L et F souvent visibles.

Solum humifère.

H_1 : horizon poussiéreux de surface, de teinte foncée, riche en débris organiques et fragments de charbon de bois. Epaisseur : *1 à 2 cm.*

H_2 : peu structuré, mais légèrement cohérent. *1 à 2 cm.*

H_3 : teinte légèrement humifère, assez uniforme. Première apparence d'une structure grumeleuse mal définie. *6 à 8 cm.*

H_4 : plus cohérent, plus grumeleux, activités biologiques nombreuses. *6 à 7 cm.*

Solum non humifère.

La structure compacte du solum sous culture tend à disparaître et se rapproche mais imparfaitement de celle observée sous forêt. Le solum est nettement descendant avec grande épaisseur du peptisé.

D. — LES PROFILS SOUS PARASOLERAIES

Ont été examinés :
— à Weko : deux séries de profils sous couloirs à recrû de 7 ans et de 8 ans.
— à Yalibwa : une série sous recrû de 7 ans.

Comparativement aux profils forestiers, les profils sous parasoleraies présentent assez généralement quelques caractéristiques assez nettes.

1°. *Caractères biologiques.*

a) Le gros du système radiculaire est concentré superficiellement (plus ou moins 40 cm). La strate traçante superficielle est beaucoup moins bien représentée.

b) Nous avons observé de nombreux petits lombrics rouges, très rarement observés sous forêt.

2°. *Morphologie générale.*

a) Examiné en conditions identiques, le profil de parasoleraie apparaît plus frais que le profil forestier, indiquant une économie hydrique différente.

b) Le solum est superficiel. Son épaisseur coïncide très bien avec le gros du système radiculaire. Il est nettement délimité par la profondeur du peptisé. Il ne dépasse généralement pas le 6_1 du profil (40-50 cm).

c) Il porte encore les empreintes du profil forestier. Les horizons 6_2 et 7 de l'ancien profil forestier n'appartiennent plus au solum biodynamique de la parasoleraie.

d) Il existe une cassure assez nette de teinte et de compacité entre solum de la parasoleraie et le sous-solum.

e) L'horizon friable granulaire 8 apparaît très nettement.

3°. *Morphologie des différents horizons.*

a) *Horizons holorganiques :*

L et F plus importants qu'en forêt, avec feutrage mycélien.

b) *Solum humifère :*

Horizons 1, 2, 3, 4, relativement profonds et homogènes, avec limites moins distinctement tranchées qu'en forêt.

Structure granulaire humique plus grossière et moins stable, mais mieux distribuée dans tout le solum.

H_1 : faible horizon clair, sableux, en voie de mélange avec les horizons inférieurs.

H_2, 3, 4, correspondent à des dégradations vers le bas de la teinte humifère.

c) *Solum non humifère :*

H_5 : marque une différence nette de compacité, une légère tendance à la structure polyédrique.

$H6_1$: mécaniquement assez compact. Patines peu colorées le long des pertuis.

d) *Roche-mère pédologique :* (solum ancien profil forestier).

$H6_2$: cassure de teinte assez nette; peu colonisé par les racines; pas de peptisation.

H_7 : décelable seulement par une légère différence de teinte.

H_8 : onctueux et finement granulaire.

En résumé, le profil de la parasoleraie, dans le cas présent, apparaît avec un profil biodynamique propre, différent du profil forestier et remontant par rapport à celui-ci.

E. — PROFILS SOUS PLANTATION

A titre d'exemple nous décrivons les profils sous hévéas.

Sans entrer dans le détail des descriptions, nous notons que l'hévéa possède en plantation dense un profil très caractéristique en relation avec l'allure de son système radiculaire.

L'hévéa possède, d'une part, un pivot très puissant qui ne joue qu'un rôle minime sur la morphologie du profil, mais il jouit également d'un complexe radiculaire dense et superficiel, colonisant surtout les 40-50 premiers cm du sol.

Le peptisé coïncidant avec l'ensemble des horizons teintés d'humus ne descend pas au delà de 40-50 cm malgré l'apparente richesse en humus des horizons superficiels et l'abondance du mulch dans les plantations observées.

Nous sommes en présence d'un bel exemple *d'un solum biodynamique modelé par une allure particulière du système radiculaire et surimposé à une morphologie forestière.*

La description du profil se précise comme suit :

— a) *Horizons holorganiques :* L + F : abondant.

— b) *Solum humifère :* ± 25 cm divisé en 4 horizons d'après l'intensité décroissante de la coloration par humus et le développement de la structure grumeleuse. L'horizon 1 toutefois est souvent sableux

— c) *Solum non humifère :* comprenant principalement un horizon H_5 se distinguant des couches supérieures par une rupture de teinte assez nette et une compacité plus grande. Les activités biologiques y sont très abondantes.

La limite inférieure du peptisé coïncide assez bien avec la partie inférieure de cet horizon, ou la partie supérieure de l'horizon suivant qui sert d'intermédiaire avec la roche-mère pédologique. Cet horizon ($H6_1$) paraît encore bien travaillé par les activités biologiques.

— d) *Roche-mère pédologique :* bien que la limite supérieure soit difficile à préciser, on peut toutefois observer qu'elle se superpose vers le haut à une ancienne morphologie forestière encore décelable par des variations de teinte ($H6_2$). (7).

III. — EXAMEN DES RESULTATS D'ANALYSE

Avant de soulever quelques problèmes causés par les observations sur le terrain, il convient de commenter quelque peu les résultats d'analyse en laboratoire obtenus sur échantillons prélevés dans certains profils d'étude (1).

(1) Les analyses ont été effectuées très obligeamment par la Division d'Agrologie de Yangambi sous la direction immédiate de Messieurs D'HOORE et KUCZAROW.

Dans le cadre de cette modeste étude d'orientation et pour des raisons pratiques, nous avons limité l'échantillonnage à quatre profils caractéristiques pour les principaux couloirs sous cultures, jachères et forêt-témoin dans les sites de Weko et Yalibwa.

Les profondeurs notées donnent l'allure générale visible sur trois faces des profils. Cependant il n'a pas été tenu compte des anomalies importantes et locales comme : remaniements anthropiques, emplacements de souches, termitières souterraines,... etc.

Par contre, l'échantillonnage a été effectué sur une même verticale, sur une seule face.

Les analyses suivantes ont été effectuées :

a) texture
b) carbone total Walkley Black
c) N organique total au Kjeldhal
d) matières humiques totales (MHT) déplaçables à l'aide d'une solution de fluorure de sodium à 5 %
e) matières humiques déplaçables par la fluorure et précipitables par les acides (MHP) (1)
f) pH eau
g) bases échangeables — titration en retour de l'excès HCl N/20.

Par calcul, nous avons déterminé les rapports suivants :

$$C/N\ ,\quad \frac{MHP}{MHT}\ \%\ .\quad \frac{C\ (MHT)}{C\ total}\ \%\ .\quad \frac{C\ (MHP)}{C}\ \%\ .$$

Pour les deux derniers rapports, les valeurs de carbone relatives aux chiffres donnés pour MHT et MHP ont été obtenues conventionnellement en divisant ces valeurs par 1,724.

Il est clair que les rapports obtenus, n'ont qu'une valeur relative.

Les résultats les plus importants, à notre point de vue, ont été groupés en tableaux reproduits en addendum.

Le profil forestier a servi de base à la désignation des horizons.

Toutefois, pour chaque profil un trait horizontal sépare le solum biodynamique du sous-solum.

Plusieurs horizons peuvent être groupés.

L'horizon 8 a été uniformément prélevé à 1,20 m de profondeur.

A. — TEXTURE

a) L'analyse granulométrique confirme l'opinion que les deux stations de Weko et de Yalibwa sont situées sur deux variantes lithologiques malgré l'identité de nature de la roche-mère géologique.

La station de Weko est plus argileuse.

(1) LAUDELOUT, H., et D'HOORE, J., Influence du milieu sur les matières humiques, 1949, Publications de l'I.N.E.A.C., Série Scientifique, n° 44.

Ces différences texturales expliquent au moins partiellement les raisons pour lesquelles les « solum » sur couvertures végétales homologues sont les plus profonds à Yalibwa (par exemple sous parasoliers de même âge).

Elles nous confirment, d'autre part, dans notre opinion sur le caractère « remontant » du solum forestier dans cette même station, dont les épaisseurs actuelles sont plus faibles que celles observées à Weko sur roche-mère plus argileuse.

b) La discussion sur les variations texturales observées à l'intérieur de chacun des profils exigerait de connaître l'histoire de la couverture végétale colonisant les différents objets d'étude.

Comme les renseignements sont souvent peu précis, si on remonte au delà de quelques années, force nous est de constater des faits.

Dans le tableau suivant, sont superposés les % d'argile (1) pour les différents horizons 1 et 6_2.

Station de Weko

Forêt	H_1	28,7	35,6	30,2	29,0
	$H6_2$	38,7	36,7	38,4	39,4
Parasoleraie	H_1	14,7	18,0	20,4	25,9
	$H6_2$	36,8	36,5	39,6	41,9
Arachides	H_1	35,1	25,1	30,0	27,8
	$H6_2$	43,2	36,4	49,4	38,0
Recrû	H_1	21,2	19,4	20,7	22,4
	$H6_2$	38,9	39,0	39,2	40,8

Station de Yalibwa

Forêt	H_1	17,4	16,6	13,2	23,5
	$H6_2$	29,2	27,8	27,3	27,1
Parasoleraie	H_1	9,8	13,3	16,7	12,8
	$H6_2$	21,8	32,5	31,3	29,3
Cultures après forêt	H_1	19,1	18,1	19,0	21,3
	$H6_2$	32,4	27,3	33,8	29,0
Cultures après parasolraie	H_1	16,4	19,5	17,8	13,7
	$H6_2$	28,3	25,8	24,0	31,1

L'appauvrissement général en argile des horizons superficiels s'explique par l'action peptisante de la matière organique. Il n'est pas exclu que les prélèvements de particules fines par les termites pour les besoins d'édification de leurs termitières n'interviennent également.

(1) La fraction granulométrique (2 à 20) étant négligeable en sols évolués, conventionnellement et pour les besoins pratiques, on groupe sous le terme « argile » l'ensemble des particules comprises entre 0 et 20 μ.

Il serait intéressant, d'autre part, de déterminer si le maintien d'un long stade forestier ne serait pas de nature à reconstituer une certaine homogénéité texturale à travers le profil par action de brassage de la faune.

L'examen du couloir forestier de Weko permet de formuler cette hypothèse.

B. — ELEMENTS ORGANIQUES TOTAUX

I. Carbone total

a) Une première observation s'impose immédiatement.

Tous les objets de la station de Weko sont plus riches en carbone total que ceux de Yalibwa, si l'on considère des horizons homologues.

Il faut y voir la conséquence des différences texturales entre les deux stations. Il est bien connu, d'ailleurs, qu'une plus forte teneur en argile est favorable à une plus forte accumulation de carbone dans le sol — toutes autres conditions étant égales.

Cette influence de l'argile peut être diverse et s'exercer en des sens opposés :

1. meilleure économie en eau des sols plus argileux amenant des conditions biologiques plus favorables;

2. diminution de la capacité du sol pour l'air, d'où ralentissement des phénomènes d'oxydation microbienne;

3. formation en plus grandes quantités de complexes organo-minéraux difficilement minéralisables, soit par fixation de groupements azotés sur l'argile (1), soit par action complexante d'ions métalliques suivant la conception de *Tiulin* entr'autre. (2)

La comparaison entre les deux stations corrobore cette opinion de plus en plus répandue *que la teneur en humus du sol est fonction de toutes les conditions écologiques du milieu et non pas seulement de telle ou telle condition particulière — culturale ou autre.*

b) Parmi les types de cultures ou jachères que nous avons prospectés, *la forêt apparaît comme le meilleur accumulateur d'humus.*

---

(1) Voir par exemple :
ALLISON, E. F., SHERMAN, M. S., and PINEX, L. A., Maitenance of soil organic matter : I. Inorganic soil colloïd as a factor in retention of carbon during formation of humus, *Soil Science*, 1949, Vol. 68, n° 6, 463-478.

(2) Voir : RUSSELL, E. J., Soil conditions and plants growth, 8° éd., 1952, Longmans and C°, London, New-York, Toronto.

Nous faisons donc abstraction des jachères à graminées que nous n'avons pas eu le temps d'étudier.

Sans tenir compte du capital organique qui retourne au sol sous forme de débris, nous pouvons admettre certaines explications à ce phénomène :

1°. *Accumulation en surface de carbone sous forme de grumeaux organogènes*, dont nous avons surtout signalé la présence en forêt lors des descriptions précédentes.

Il reste, d'ailleurs, beaucoup à apprendre concernant le rôle de la faune dans l'économie du profil forestier en matière organique.

2°. *Forte dessication des horizons très superficiels du profil forestier.*

Nous avons, en effet, observé, qu'examinés dans les mêmes conditions, les profils sous parasoliers, sous jeunes recrûs, sous hévéas, ...etc, apparaissent nettement plus humides que sous la forêt voisine. Il en résulte certainement des conditions d'humification particulière.

c) Au sujet des variations du carbone total en relation avec les stades successifs de colonisation végétale, il faut observer que les profils sous cultures ont des teneurs relativement fortes comparées à celles des profils forestiers. A Weko les chiffres les plus bas sont atteints sous jeunes jachères forestières, à Yalibwa, soit parasoliers. Or, ces deux objets correspondent aux plus grandes épaisseurs des horizons peptisés.

Encore que nos observations soient trop peu nombreuses pour tirer des conclusions certaines, il faut logiquement admettre que chaque couverture végétale possède un équilibre carboné propre en relation avec tout un complexe d'activités biologiques et spécialement le comportement du réseau radiculaire.

d) La répartition du carbone total dans les différents profils donne lieu à certaines remarques :

1°. La presque totalité des horizons compris dans les différents types de « solum biodynamique » ont une teneur en C dépassant 0,25 %. Il y a fréquemment diminution brusque vers le bas.

2°. *Allure des courbes carbonées :* les allures schématiques de la répartition en profondeur du C nous ont été données par des courbes de répartition des points correspondant à la teneur en C de tous les horizons matérialisés par leur centre de gravité.

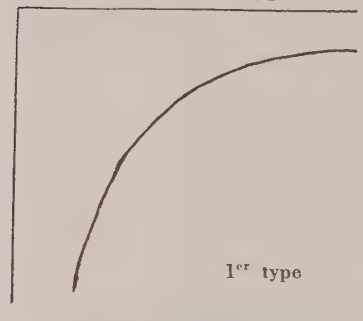
En fait, à 4 courbes individuelles qui apparaissaient bien groupées, nous avons substitué une courbe synthétique.

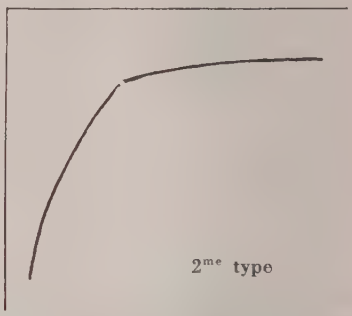
Nous avons pu voir qu'à partir d'une certaine profondeur les courbes deviennent convergentes. La teneur en C des horizons profonds *devient une constante en relation avec des conditions écologiques générales.*

Il semble que l'étude des formes de courbes puissent donner d'utiles indications sur l'évolution du sol. Signalons entr'autre que deux types de courbes se dégagent :

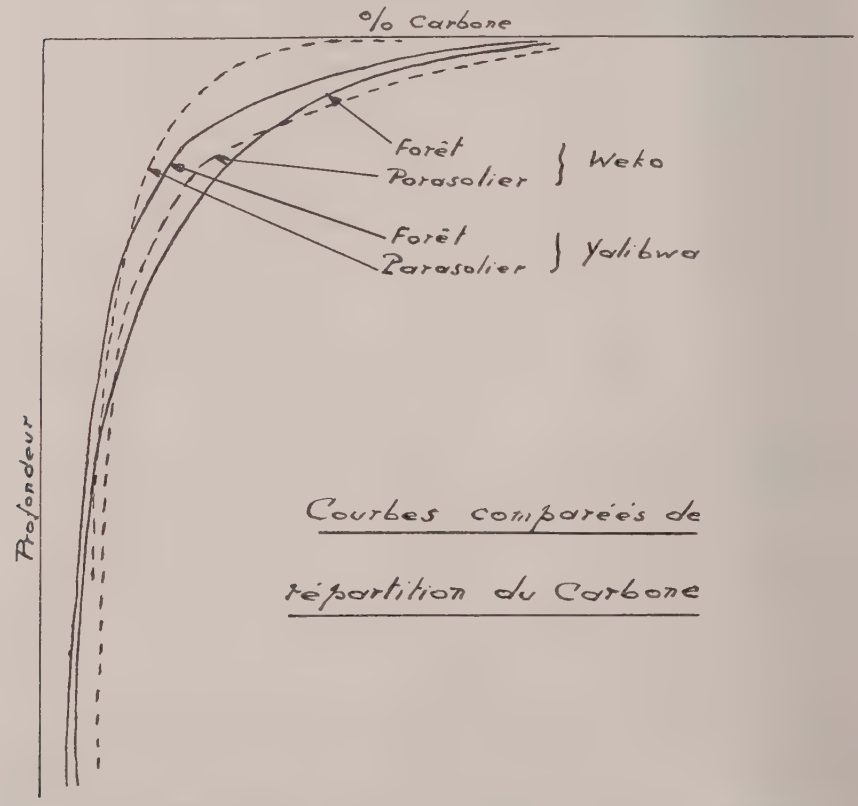
— la première, du type régulier;

— la seconde, du type brisé, caractéristique des « solum » remontants.





A titre d'exemple, dans la planche suivante sont données les courbes forêt — parasoleraie pour les deux stations de Weko et Yalibwa. (1)



(1) D'autres exemples de profils carbonés sont donnés dans une étude antérieure : KUCZAROW, W., Quelques considérations sur la jachère à graminées, Conférence Africaine des Sols, Goma, 1948, n° 148.

II. Azote total

L'évaluation du capital organique total du sol peut s'effectuer indifféremment à l'aide des chiffres relatifs à la teneur en carbone ou à la teneur en azote vu la constance observée du rapport carbone—azote (C/N) dans des horizons homologues en conditions déterminées.

Toutefois, si le problème est examiné du point de vue génétique et biologique, il apparaît tout aussi important d'étudier les variations de l'azote.

Quant à la quantité d'azote ou de carbone accumulée dans les sols tropicaux, il est une opinion qui avait tendance à devenir classique et formulée entr'autre par *Möhr* (2) et par *Corbett* (3) et selon laquelle, les sols des régions chaudes sont pauvres en éléments organiques comparativement à d'autres.

Mais *Jenny* et ses collaborateurs (4) ont exprimé une opinion divergente sur la base de nombreuses observations effectuées sur les sols tropicaux de la Colombie dont la richesse en matières organiques est relativement élevée.

Si les observations de ces spécialistes ont confirmé, d'une part, la rapidité de la disparition des débris organiques de la surface, elles ont montré, d'autre part, la possibilité pour les sols des régions chaudes de se constituer d'importantes réserves organiques mais composées de substances carbo-azotées difficilement minéralisables, (« Dauerhumus » de *Laatsch*).

La haute teneur en humus peptisable des sols examinés apparaît comme une confirmation de la chose.

L'équilibre azoté d'un sol est partout fonction de conditions écologiques générales ou locales auxquelles il faut joindre l'influence particulière de chaque couverture végétale.

Une mise au point sur certains des problèmes relatifs à l'azote des sols est effectuée dans l'étude récente de :

(1) WITTICH, W., Der Heutige Stand unseres Wissens vom Humus und neue Wege zur Lösung des Rohhumusproblems im Walde. *Schriftenreihe der Forstlichen Facultät des Universität Göttingen*, 1952, Band 4.

(2) MOHR, E. C. J., (1930) Tropical Soil forming processes and the development of tropical soils, with special reference to Java and Sumatra.

(3) CORBET, A. S., (1935) Biological Processes in Tropical Soils, W. Heffer and Sons, Ltd, London.

(4) JENNY, H., BIUGHAM, F., et PADILLA-SAVAVIA, B., (1948), Nitrogen and organic matter contents of equatorial soils of Colombia, *Soil Science*, 66, 173-186.

JENNY, H., GESSEL, S. P., and BIUGHAM, F. T., (1949), Comparative study of decomposition rates of organic matter in temperate and tropical regions, *Soil Science*, 68, 419-432.

La couverture vivante peut, en effet, exercer une action spécifique au sujet de laquelle il convient de souligner les éléments suivants :

— a) *Importance du nombre de légumineuses parmi les espèces botaniques.*

Jenny et ses collaborateurs (op. cit.) ont émis l'hypothèse que la grande richesse de la flore intertropicale constitue une des causes des fortes teneurs azotées observées dans certains sols en régions chaudes.

— b) *Les associations mycchorizales.*

Le mode de répartition de l'azote dans la terre dépend certainement, pour une bonne part, de la fréquence du phénomène mycchorizal.

Il n'y a pas de raison de penser qu'il ne puisse exister en régions tropicales, mais à un degré moindre, des processus différents de diffusion du N, tels ceux caractérisant en climat tempéré les types Mull et Mor de minéralisation de la matière organique.

Le type Mull correspond à une large distribution des composés azotés dans le profil avec production intense de nitrate qui en constitue la forme d'absorption par le végétal.

Le Mor se caractérise par une concentration en surface des produits carbonés et azotés par suite de l'utilisation par les plantes supérieures de formes organiques non diffusables par l'intermédiaire des mycchorizes.

Rommell (1) a développé ce point de vue depuis plusieurs années.

Richards (2) signale, d'autre part, la possibilité pour la flore de la forêt équatoriale d'être très abondamment pourvue de mycchorizes,

— c) *Les conditions écologiques d'ordre édaphique réglant la répartition radiculaire.*

Tout le problème de la rhizosphère n'est pas encore résolu.

Toutefois, *Waksman* (3) et d'autres (4) notent que les bactéries fixatrices de N et décomposant la cellulose sont particulièrement nombreuses dans le voisinage immédiat des racines.

Les racines appartenant aux différents végétaux entrent en compétition dans le sol pour la recherche de l'eau, des éléments nutritifs et de l'oxygène (capacité du sol pour l'air), et réagissent différemment aux conditions d'acidité.

On conçoit aisément que les propriétés du milieu édaphique venant à changer, il en résulte une autre distribution des strates radiculaires.

— d) *La migration des composés azotés.*

La teneur en azote de l'humus augmente avec la profondeur.

---

(1) ROMMELL, L. G., (1935), Ecological Problems of the Humus Layer in the Forest; Cornell University Agricultural Experimentation.

(2) RICHARDS, P. W., The Tropical Rain Forest, op. cit.

(3) WAKSMAN, S. A., (1952), Soil Microbiology. John Wiley and Sons, Inc. New-York, Chapman and Hall, Ltd, London.

(4) BARTHOLOMEW, W. V., and CLARK, E. F., (1950), Nitrogen transformation in soil in relation to the rhizosphère microflora — *IV. Int. Cong. of Soil Science*, Amsterdam, 1950.

Il s'agit d'un phénomène bien connu, confirmé d'ailleurs par les tableaux d'analyse suivants et dont l'explication définitive n'a pas encore été donnée.

Les uns (1) en attribuant la cause à une forte proportion en profondeur de protéines microbiennes synthétisées au dépens de produits solubilisés des horizons organiques superficiels.

D'autres y voient la conséquence de la migration suivie de l'insolubilisation de composés riches en N au départ. (2)

Les considérations précédentes montrent que le problème de la jachère en régions tropicales ou celui de l'évolution naturelle de la flore forestière peut être en grande partie une question d'économie du sol en azote.

Examinant maintenant plus spécialement les chiffres des tableaux d'analyses, il est possible de souligner quelques particularités :

1°) La teneur en cet élément est loin d'être négligeable. Elle peut être du même ordre (forêt de Weko) que celle observée pour des sols forestiers tempérés, sous feuillus en conditions culturales normales.

2°) Les lois de variations à l'intérieur du profil sont différentes, comparées à celles du carbone (voir facteur C/N). Elles paraissent plus irrégulières. L'étude de ces lois de variations nécessiterait de nombreuses observations et une connaissance précise de l'histoire de la couverture vivante.

3°) L'azote total appartient à la fois aux composés peu altérables hérités de couvertures vivantes plus ou moins éloignées dans le passé et aux produits de synthèse récents correspondant au solum bio-dynamique actuel.

Il n'est pas possible, à l'aide des chiffres bruts de faire le partage entre les deux origines.

C. — RESULTATS INTERESSANT LA QUALITE DE LA MATIERE ORGANIQUE

I. Le rapport C/N

Ce rapport relativement constant dans des horizons homologues en mêmes conditions écologiques est généralement utilisé comme le reflet d'un équilibre biologique.

Toutefois, l'attention n'a peut être pas été suffisamment attirée sur la double signification que peut avoir cette valeur. Elle peut correspondre, tout d'abord, à un *équilibre statique :* les résidus organiques accumulés dans le sol ont atteint un degré de décomposition ou de néosynthèse qui leur permet de séjourner très longtemps sans grandes modifications. Il s'agit de formes humiques plus ou moins figées.

(1) C'est à cette opinion que semble se rallier :
ALVSAKER, E., (1948), A modified Waksman Procedure and its application to soil samples from Western-Norway. Bergen. A. S. John Griegs Boktrykkeri.

(2) MATTSON, S., et KOUTLER-ANDERSON, E., (1941), The acid base condition in vegetation, litter and humus. *Ann. of the Agriculture College of Sweden*, vol. 9, p. 1-73.

Il peut s'agir ensuite d'un *équilibre dynamique* où la vitesse de minéralisation est compensée par la quantité des apports réguliers en substances organiques fraîches.

Cette considération nous explique pourquoi un rapport C/N bas n'est pas nécessairement lié à de meilleures conditions de productivité surtout en régions tropicales et surtout si les végétaux intéressants sont en associations mycchorizales.

Les variations du rapport C/N en fonction du milieu et de la nature des débris organiques ont été bien étudiées plus particulièrement en régions tempérées. (1)

Un regard sur les tableaux d'analyses permet de conclure :

— 1°) Les variations affectant les valeurs de ce rapport justifient l'échantillonnage détaillé qui a été effectué dans le solum.

— 2°) Les chiffres les plus élevés sont rarement notés dans l'horizon le plus superficiel. Il prennent place assez souvent vers la moitié ou la partie inférieure du solum humifère.

— 3°) Il serait intéressant de déterminer les horizons où l'équilibre C/N devient statique ou passif.

— 4°) le solum biodynamique correspond à des valeurs supérieures à 7 et le plus souvent même à 8.

— 5°) Dans le cadre très limité des études présentes on ne peut conclure par la considération des seules valeurs de C/N qu'il existe plusieurs modes d'humification à considérer.

II. Les matières humiques extraites au fluorure de sodium

Les matières extraites suivant la méthode décrite par *Laudelout* et *D'Hoore* (2) comprennent :

les matières humiques déplaçables (MHT)
et la fraction précipitable par les acides (MHP).

Cette seconde catégorie de substances organiques semble être en relation quantitative directe avec l'activité de la microflore.

De l'examen de l'ensemble des résultats, consignés dans le tableau ci-après pour faciliter la comparaison, certaines constatations intéressantes apparaissent. Ces résultats sont extraits des tableaux généraux reproduits en addendum.

---

(1) Voir par exemple :
DUCHAUFOUR, Ph., (1950), Note sur les types d'humus forestier et leur rapport carbone-azote (C/N). *IV^me^ Int. Congress of Soil Science* — Amsterdam, 1950.

(2) LAUDELOUT, H., et D'HOORE, J., (1949), Influence du milieu sur les matières humiques. *I.N.E.A.C., Publication Scientifique,* n° 44.

1°. *MHT.*

Sous forêt les chiffres les plus élevés ont tendance à se concentrer dans le premier horizon H_1 que nous savons caractérisé par une strate radiculaire rampante et abondante.

Sous les autres couvertures, par contre, la quantité la plus forte apparaît en général dans l'horizon H_2, sous l'horizon très sableux superficiel.

Le rapport $\frac{C\ (MHT)}{C\ total}\%$ montre que les indications relatives sont comparables à celles du carbone total.

2°. *MHP.*

Les valeurs les plus grandes apparaissent encore sous forêt et diminuent nettement sous recrû forestier et parasoleraie.

Comme les auteurs précités l'ont remarqué, on peut admettre que chaque stade végétal se caractérise par une économie en MHP.

Ce fait est à rapprocher de l'examen de la structure qui se manifeste le plus nettement sous le couvert de la forêt.

3°. $\frac{MHP}{MHT}\ \%$

Les variations restent parallèles à celles observées pour le rapport précédent.

Des difficultés se présentent concernant l'interprétation biologique de ces constatations; car nous ne connaissons pas encore l'apport annuel de débris organiques, ni la qualité de ces résidus qui retournent au sol durant une période donnée.

Pour les cultures et terres sous jachères, nous ignorons l'apport de la végétation actuelle et celle héritée des couvertures précédentes.

Une étude systématique suivant l'évolution dans le temps sur une aire donnée permettra sans doute de résoudre le problème. (1)

D. — pH ET BASES ECHANGEABLES

La répartition des deux groupes de valeurs à travers le profil s'effectue assez parallèlement comme on le conçoit aisément.

La distribution la plus régulière est obtenue sous forêt, les autres couvertures végétales se caractérisant par des valeurs plus fortes au sommet.

(1) Des études plus récentes entreprises par la Division d'Agrologie de Yangambi et dont les résultats sont encore inédits permettent déjà de supprimer plusieurs inconnues dans ces problèmes complexes.

RESULTATS EXTRAITS DES TABLEAU

	Couverture végétale	Carbone total %				MHT mgr./100 gr.			
WEKO	Forêt	2.34	2.35	1.89	2.18	812	892	804	418
		1.87	1.74	1.52	1.59	764	852	624	622
		0.69	0.99	1.03	1.02	588	632	551	474
	Arachides	2.19	1.32	1.66	1.42	667	518	622	492
		1.64	0.85	0.93	1.02	818	385	459	400
		1.09	0.75	2.34	0.71	444	300	526	348
	Recrû 1947	1.27	0.97	0.99	1.37		237	296	455
		1.13	0.51	0.95	1.37		196	333	455
		0.72	0.51	0.65	0.84	633	196	318	
	Parasoleraie	1.61	2.05	2.06	1.65	472	820	764	672
		1.16	1.73	1.70	1.55	536	604	732	716
		0.92	0.86	1.28	1.02	504	480	636	560
YALIBWA	Forêt	1.29	1.36	1.51	1.50	710	544		707
		1.29	1.26	0.91	1.50	710	474	399	707
		1.07	0.98	0.68	1.06	448	285	263	462
	Culture après forêt	0.97	1.26		1.64	270	411		563
		0.88	0.96	1.25	1.43	404	463	441	570
		0.53	0.96	0.68	0.82	244	463	298	448
	Culture après Parasoleraie	0.96	1.04	1.42	0.75	318	581	451	222
		0.97	1.04	1.42	0.66	459	581	451	229
		0.97	0.91	0.57	0.61	459	489	274	259
	Parasoleraie	0.83	1.15	0.78	0.73		392	215	351
		0.78	1.15	0.78	0.70	377	392	215	570
		0.54	0.67	0.56	0.57	259	289	285	496

D'ENSEMBLE REPRODUITS EN ADDENDUM.

MHP mgr./100 gr.				C(MHP)/C %				MHP/MHT %			
424	428	452	230	10.52	10.57	13.87	6.12	52.22	47.98	56.22	55.02
266	276	228	436	8.26	9.20	8.70	15.91	34.82	32.39	36 54	70.10
108	184	230	135	9.08	10.76	12.92	7.67	18.37	29.11	41.74	28.43
443	243	226	206	11.72	10.66	7.90	8.41	66.42	46.91	36.33	41.87
289	137	89	129	10.21	9.32	5.56	7.33	35 33	35 58	19.39	32.25
193	128	200	83	10.27	9.92	4.96	6.80	43.47	42.67	38.02	23.85
	76	83	192		4.55	4 85	8.14		32.07	28 04	42.2
	37	96	192		4 20	5.85	8.14		18.88	28.83	42.2
100	37	39		8.06	4 20	3.48		15.80	18.88	12.26	
138	296	280	250	4.96	8.39	7.89	8.74	29.24	36.10	36.65	37.20
136	192	314	222	6.80	6.44	10.72	8 31	25.37	31.79	42.90	31.01
82	74	188	122	5.76	5 00	8 51	6.93	16.27	15.42	29.56	21.79
306	255		359	13.78	10.90		13.86	43.90	46 68		50.78
306	165	161	359	13.78	7.60	10.25	13.86	43.90	34.81	40.35	50.78
111	81	55	178	6 03	4.79	4.70	9.73	24.70	28.42	20.91	38.53
94	211		322	5.62	9.72		11.38	34 81	51 34		57.19
96	157	209	250	6.32	9.46	9.68	10.12	23.76	38.91	23.39	43.86
11	157	70	133	1.21	9.46	5.98	9.43	4 51	38.91	23.49	29.69
220	289	231	98	13.25	16.15	9.43	7.60	69.18	49.74	56 20	44.14
189	289	231	98	11.32	16.15	9.43	8.60	41.18	49.74	56.20	44.14
189	198	57	72	11.32	12.61	5.82	6.86	41.18	40.49	20.80	27.80
	139	61	176	8.66	7.02	4.55	13.97		35.46	28.37	50.14
116	139	61	129	6.34	7.02	4.55	10.66	30.77	35.46	28.37	22.63
59	83	42	72	4.23	7.16	4.33	7.35	22.78	28.72	14.74	14.52

Le mode de répartition des bases échangeables est dû partiellement sans doute au lessivage par les eaux percolantes, mais il résulte également de différences survenant dans les modes de sorption minérale quand se modifient la qualité de l'humus et les relations physico-chimiques organo-minérales.

Il faudrait tenir compte également d'un coefficient de dilution des cendres dans la masse organique vivante qui varie fortement d'une couverture végétale à l'autre.

Sans ces notions il est difficile d'expliquer pourquoi la parasoleraie ou la jeune jachère possède encore une accumulation en surface.

IV. — REMARQUES FINALES

a) Ce modeste travail d'orientation entrepris à Yangambi nous a confirmé dans notre opinion sur l'importance des observations morphologiques détaillées en pédologie écologique.

Malgré le désir unanime de remplacer par les résultats supposés objectifs du laboratoire les données sensibles recueillies sur le terrain, il faut admettre qu'il est des éléments que seule l'observation directe peut percevoir. Il ne sera jamais possible sans doute de chiffrer avec exactitude l'architecture structurale d'un sol que l'œil perçoit nettement. Il est des formes de diffusion de la matière organique ou du système radiculaire qui ne se laissent déceler que par l'observation directe.

Il est bien connu d'ailleurs que le prélèvement d'un échantillon a souvent comme conséquence de détruire des éléments essentiels.

La morphologie pédologique constitue selon nous une branche très importante dans les recherches d'ordre édaphique.

Elle doit en tout cas assurer un prélèvement judicieux des échantillons en vue d'une analyse éventuelle.

b) Les observations consignées au début de cette note montrent la possibilité de suivre l'évolution du solum à travers les fluctuations de la couverture végétale.

Elles nous permettent de pressentir un élément intéressant dans l'évolution du profil et que l'on peut appeler *la pulsation du solum* ascendante ou descendante qui s'effectue corrélativement aux variations du couvert naturel ou artificiel.

c) Il est inutile de rappeler combien est complexe le problème de l'humus dans lequel s'insère cette étude.

Abordant ce problème fondamental par tous ses principaux aspects les pédologues de l'I.N.E.A.C. lui font sans cesse accomplir de nouveaux progrès pour le meilleur profit du maintien ou mieux, de l'accroissement de la productivité des sols intertropicaux.

ADDENDUM

WEKO — FORE

N° des prof. d'étude et désignation des horizons		Prof. cm	0-20 mu %	20-200 mu %	pH	C %
	1	2-3	28,7	12,9	4,3	2,34
54	2		29,7	14,5	4,4	1,87
	3	5	33,2	14,2	4,4	0,69
	4	12-15	36,6	17,7	4,4	0,65
	5	20-25	38,4	13,8	4,7	0,47
	6_1	50-55	37,7	16,9	4,8	0,30
	6_2	65	38,7	16,0	4,5	0,25
	7	75	38,2	15,6	5,7	0,22
	8	120	43,1	17,0	4,8	0,15
	1	2-3	35,6	13,6	4,3	2,35
55	2		30,1	14,8	4,4	1,74
	3	8	28,3	18,1	4,4	0,99
	4	15	32,1	14,7	4,5	0,73
	5	30	39,2	15,1	4,5	0,61
	6_1	40-45	37,0	16,9	4,5	0,29
	6_2	55-60	36,7	17,8	4,6	0,25
	7	75	38,8	17,8	4,9	0,19
	8	120	40,1	16,1	4,8	0,13
	1	3	30,2	14,3	4,6	1,89
56	2		29,0	12,1	4,4	1,52
	3	7	30,5	15,4	4,6	1,03
	4	18-20	32,8	12,8	4,5	0,76
	5	35	32.3	11,4	4,7	0,48
	6_1	55	37.8	13,8	4,6	0,32
	6_2	70	38,4	14,3	4,6	0,21
	7	85	37,4	14,8	4,7	0,16
	8	120	38,8	16,2	4,8	0,12
	1	3-4	29,0	11.0	4,3	2,18
57	2		30,3	12,7	4,1	1,59
	3	15	30,6	14,4	4,3	1,02
	4					
	5	25	32,4	13.1	4,5	0,67
	6_1	40	38,2	14,0	4.5	0,44
	6_2	60	39,4	13,1	4,5	0,27
	7	100	43,2	15,3	4,6	0,17
	8	120	42,3	15,8	4,9	0,10

COULOIR N° 1

N	MHT	MHP	B.E. m.e.q.	C/N	C(MHP) / C %	MHP / MHT %	C(MHT) / C %	Prof. Peptisé cm
	mgr./100 gr.							
	812	424	3 2		10,52	52,22	20,15	65
185	764	266	1,9	10.1	8 26	34.82	23,78	
	588	108	1,9		9,08	18,37	49,41	
	392	79	2,0		7,05	20,2	35,00	
52	364	57	2.2	9,0	7,04	15,66	44,94	
	304		1.9				58,46	
	244		4,9				56,74	
	180		2,3				47,37	
	148		2,5				56,92	
322	892	428	2,8	7,2	10.57	47,98	22,02	60
185	852	276	1.9	9.4	9,20	32,39	28.40	
113	632	184	1,5	8,7	10,76	29.11	36.96	
77	440	78	1,6	9,4	6.19	17,73	34.92	
68	408	50	1.7	8,9	4,76	12.25	38,86	
38	304	30	1,9	7.6	6,00	9.87	60.80	
29	284		2,2	8.6			66,05	
	196		1.9				59,39	
			2,3					
280	804	452	3,0	6,7	13,87	56,22	24,66	70
157	624	228	2,2	9,6	8 70	36,54	22,82	
104	551	230	1,6	9,9	12,92	41.74	30,96	
87	370	148	1,9	9.3	11,30	40,00	28.24	
57	334	81	1,7	8.7	9,76	24,25	40,24	
42	322	33	1,7	7.6	6,00	10,25	58 55	
32	211		1,9	6.5			58,61	
26	155		1.9	6,1			55,36	
21	122		1,8	5,7			52,10	
260	418	230	2.5	8,3	6,12	55,02	11,12	60
142	622	436	1,7	11,1	15,91	70,10	22,70	
91	474	135	1,5	11,2	7,67	28.48	26,93	
74	311	37	1,7	9,0	3,19	11,90	26,81	
52	281		1,7	8.4			36,97	
36	278		1,8	7,5			59,15	
	159		3.0				54,83	
	137		2,2				80,59	

WEKO — ARACHIDE

N° des prof. d'étude et désignation des horizons		Prof. cm	0-20 mu %	20-200 mu %	pH	C %
	1	2	35,1	13,7	4,9	2,19
70	2	4-5	30,8	14,6	5,2	1,64
	3	12	30,4	15,7	5,0	1,09
	4	22	30,6	14,4	4,9	0,68
	5	32	31,2	14,2	4,8	0.53
	6_1	40-45	36,9	16,1	4,6	0,42
	6_2	65	43,2	16,3	4,6	0,23
	7					
	8	120	45,4	17,2	4,3	0,14
	1	2-3	25,1	16,4	5,9	1,32
71	2	4-5	30,0	17,4	5,3	0,85
	3	15	32,2	15,8	4,8	0,75
	4	22-24	30,8	18,3	4,9	0.60
	5	30	33,1	14,0	4,7	0.45
	6_1	50-55	36,4	14,8	4,6	0,36
	6_2					
	7	70	39,6	15,5	4,5	0,23
	8	120	38,7	16,3	4,8	0,15
	1	1-2	30 0	16,7	4,7	1.66
72	2	4-5	31,8	19,9	4,2	0,93
	3	15-18	23,6	9,3	4,2	2,34
	4	25-28	32,6	15,1	4,2	1,32
	5		35,3	21,2	4.5	0,83
	6_1	50-55	49,4	11,0	4,2	0,34
	6_2					
	7	75	38,6	12,5	4,3	0,24
	8	120	38,1	13,7	4,5	0,20
	1	3	27,8	15,6	4,8	1,42
73	2	6	29,6	15,8	4,1	1,02
	3	15	29,4	11,3	4,3	0,71
	4	25	31,5	12,7	4,1	2,33
	5	35	35,0	16,2	4,4	0,51
	6_1	65	38,0	17,7	4,4	0,30
	6_2					
	7	120	37,4	17,2	4,5	0,16
	8					

COULOIR N° 4

N	MHT	MHP	B.E. m.e.q.	C/N	C(MHP) / C %	MHP / MHT %	C(MHT) / C %	Prof. Peptisé cm
	mgr./100 gr.							
210	667	443	1,9	10,4	11.72	66,42	17,65	
121	818	289	4,5	13,5	10,21	35,33	28,90	
97	444	193	3,7	11,2	10,27	43,47	23,62	
78	455	111	2,8	8,7	9,49	24,40	38,89	
59	389	68	1,9	8,9	7,47	17,48	42,75	
53	133	37	2,5	7,9	5.14	27,82	18,41	
51	99		2,5	4,5			24,75	
31	99		2,4	4,5			41,25	
156	518	243	5,8	8,4	10,66	46,91	22,72	
96	385	137	3,2	8,9	9,32	35,58	26,19	
87	300	128	2,7	9,2	9,92	42,67	23,26	
72	333	43	3,6	8,3	4,17	12,91	32,33	
59	300	39	2,5	7,6	5,00	13,00	38,46	
43	300		2,3	8,3			48,39	
35	207		2.2	6.5			51,75	
22	104		2,4	6,8			40,00	
160	622	226	3,6	10,3	7,90	36,33	21,75	35
110	459	89	2,6	8,4	5,56	19.39	28,69	
	526	200	2,7		4,96	38,02	13,05	
121	315	57	1,6	10,9	2,50	18,10	13,82	
74			1,9	11,2				
41	200		2,2	8,2		16,50	33,90	
32	148		2,2	7,5			36,10	
21	128		2,2	6,8			37,65	
149	492	206	4,3	9 5	8,41	41,87	20,08	65
110	400	129	1,9	9,2	7,33	32,25	22,73	
94	348	83	1,8	7,8	6,80	23,85	28,52	
200			2,3	11,6				
57	289	74	1,8	8,9	8,41	25,61	32,84	
37	244	37	2,4	8,1	7,12		46,92	
27	122		1,9	5,9			43,57	

WEKO — JACHERE 1947

N° des prof. d'étude et désignation des horizons		Prof. cm	0-20 mu %	20-200 mu %	pH	C %
78	1	1-1,5	21,1	16,5	5,9	1,27
	2	2,5-3	22,0	19,7	5,6	1,13
	3	10	24,5	18,9	5,0	0,72
	4	17	26,7	16,6	4,8	0,47
	5	26-28	32,4	15,3	5,0	0,39
	6_1	45	37,1	14,1	4,9	0,33
	6_2	65	38,9	12,1	4,9	0,30
	7	85	39,0	13,3	5,0	0,20
	8	120	37,2	15,2	5,0	0,09
79	1	1-1,5	19,4	13,5	6,2	0,97
	2	7-8	18,6	19,9	6,0	0,51
	3					
	4	13-14	22,3	16,5	5,7	0,34
	5	25-28	29,6	16,9	5,0	0,29
	6_1	40-43	32,6	15,6	4,8	0,21
	6_2	70-75	39,0	12,3	4,8	0,31
	7	90	36,5	14,3	5,1	0,18
	8	120	37,4	14,9	5,2	0,15
80	1	1-1,5	20,7	13,2	5,5	0,99
	2	2-3	22,2	20,3	5,2	0,95
	3	12-13	28,9	18,4	4,8	0,65
	4	18-20	35,7	17,6	5,1	0,58
	5	27-29	38,2	18,5	5,1	0,48
	6_1	60	39,2	14,5	5,0	0,32
	6_2				5,0	
	7	90-95	39,5	14,8	5,1	0,26
	8	120	41,2	15,2	5,1	0,17
81	1	4-5	22,4	16,8	5,4	1,37
	2					
	3	8-9	22,6	16,4	5,0	0,84
	4	15-16	29,8	17,3	4,9	0,52
	5	30-32	36,5	14,5	4,9	0,42
	6_1	50	39,9	14,8	4,9	0,31
	6_2	70-75	40,8	14,6	5,0	0,26
	7	90	37,9	13,8	5,1	0,20
	8	120	38,2	17,6	5,1	0,15

OULOIR N° 5

N	MHT	MHP	B.E. m.e.q.	C/N	C(MHP) / C %	MHP / MHT %	C(MHT) / C %	Prof. Peptisé cm
	mgr./100 gr.							
185			6,6	6,8				70
122			3,7	8,7				
75	633	100	2,1	9,6	8,06	15,80	51,05	
53	559	30	1,7	9,4	3,70	5,37	69,01	
50	529		2,0	7,8			78,96	
46	529		1,9	7,2			92,81	
36	351		1,9	8,3			67,50	
31	270		2,0	6,5			79,41	
21	152		1,9	4,3			95,00	
122	237	76	6,2	8,0	4,55	32,07	14,19	90
56	196	37	3,0	9,1	4,20	18,88	22,27	
48	215		2,2	7,1			36,44	
44	263		1,9	6,5			52,60	
39	189		1,8	5,3			52,50	
37	163		1,9	8,3			30,75	
25	166		2,0	7,2			53,55	
22	115		2,3	6,8			44,23	
100	296	83	3,6	9,9	4,85	28,04	17,31	90
101	333	96	2,0	9,4	5,85	28,83	20,30	
72	318	39	1,8	9,6	3,48	12,26	28,39	
53	274		1,9	10.0			27,40	
45	240		1,9	10,6			28,92	
37	178		1,8	8,6			32,36	
25	159		1,8	8,9			35,33	
22	81		1,6	6,5			27,93	
170	455	192	2,5	8,0	8,14	42,2	19,28	60
108			1,9	7,8				
69	296	26	1,6	7,5	2,89	8.78	32,89	
52	840		1,9	8,0			116,67	
39	222		1,9	7,9			41,89	
36	185		2,0	7,3			41,11	
27	81		2,2	7,4			23,82	
22	129		2,2	6,8			49,62	

WEKO — PARASOLERAIE

N° des prof. d'étude et désignation des horizons		Prof. cm	0-20 mu %	20-200 mu %	pH	C %
	1	1-2	14,7	7,8	4,9	1,61
46	2	4-5	28,7	10,9	4,6	1,16
	3	12-14	32,6	13,6	4,4	0,92
	4	15-18	35,1	14,6	4,3	0,64
	5	20-25	38,5	13,6	4,3	0,42
	6_1	35-40	38,9	13,1	4,7	0,26
	6_2	60	36,8	12,9	4,5	0,20
	7	90	38,4	14,1	4,5	0,19
	8	120	39,2	13,2	4,5	0,19
	1		18,0	10,9	4,6	2,05
47	2	15-17	30,6	14,2	4,5	1,73
	3		32,8	12,1	4,4	0,86
	4		32,3	14,0	4,4	0,70
	5	30	33,3	13,3	4,4	0,45
	6_1	45-50	37,1	13,2	4,4	0,34
	6_2	80	36,5	13,6	4,6	0,24
	7	100	33.6	11,2	4,6	0,17
	8	120			4,5	0.10
	1		20,4	9,6	4,7	2,06
48	2	15-18	26,9	13,3	4,6	1,70
	3		27,0	17,7	4,6	1,28
	4		28,8	15,1	4,5	0,92
	5	20-27	35,5	15,3	4,3	0,57
	6_1	45	39,6	16,1	4,4	0,30
	6_2					
	7	60	39,7	13,9	4.7	0,21
	8	120	40,5	14,8	4,7	0,15
	1	2-3	25,9	15,1	4,6	1,66
49	2		32,2	10,0	4,4	1,55
	3	15	35,0	14,6	4.4	1,02
	4					
	5	20	33,7	14,5	4,5	0,62
	6_1	45	37,9	15,5	4,3	0,49
	6_2	60-65	41,9	16,1	4,5	0,24
	7	75	44,9	17,9	4,7	0,18
	8	120	46,9	17,2	4,7	0,14

COULOIR N° 2

N	MHT	MHP	B.E. m.e.q.	C/N	C(MHP)/C	MHP/MHT	C(MHT)/C	Prof. Peptisé
mgr./100 gr.					%	%	%	cm
224	472	138	6,2	7,1	4,96	29,24	16,98	40
121	536	136	1,5	7,1	6,80	25,37	26,80	
88	504	82	1,9	10,4	5,16	16,27	31,70	
69	408	74	1,9	9,2	6,73	18,14	37,09	
43	432		2,0	9,7			60,00	
37	280		2,5	7,0			62,22	
32	200		1,8	6,2			58,82	
28	236		2,2	6,7			71,52	
35	228		2,0	5,4			69,09	
225	820	296	4,6	9,1	8,39	36,10	23,23	45
133	604	192	1,9	13,0	6,44	31,79	20,27	
90	480	74	1,9	9,3	5,00	15,42	32,43	
67	416		1,8	10,6			34,32	
55	352		1,6	8,1			45,13	
45	304		1,7	7,5			51,53	
37	280		2,2	6,4			68,29	
	160		1,8				55,17	
23	124		2,0	4,3			72,94	
260	764	280	4,3	7,9	7,89	36,65	21,52	45
170	732	314	2,3	10,0	10,72	42,90	24,98	
154	636	188	2,2	8,3	8,51	29,56	28,78	
84	520	74	1,9	10,9	4,65	14,23	32,70	
68	464	32	1,6	8,3	3,27	6,90	47,35	
	332		1,9				63,85	
	248		1,9				68,89	
	164		2,3				63,08	
178	672	250	2,8	9,3	8,74	37,20	23,50	40
164	716	222	2,3	9,4	8,31	31,01	26,82	
111	560	122	1,7	9,2	6,93	21,79	31,82	
83	484	52	1,8	7,4	4,86	10,74	45,23	
55	424		1,7	8,9			50,48	
40	280		2,3	6,0			68,29	
	152		2,4				49,03	
	128		2,5				53,33	

YALIBWA — FORE

N° des prof. d'étude et désignation des horizons		Prof. cm	0-20 mu %	20-200 mu %	pH	C %
99	1					
	2	2-3	17,4	13,3	4,6	1,29
	3	6-7	23,0	17,3	4,6	1,07
	4	15	28,7	17,4	4,7	0,60
	5	30-35	27,2	17,5	4,8	0,38
	6_1	50-65	29,2	15,6	5,2	0,26
	6_2					
	7	75	27,1	15,5	5,0	0,18
	8	120	29,9	17,5	4,8	0,14
100	1	1-2	16,6	10,4	4,4	1,36
	2	5-8	18,8	14,3	4,5	1,26
	3	11-13	21,5	16,6	4,8	0,98
	4	18-20	20,1	15,9	4,8	0,48
	5	30-35	21,3	16,1	4,8	0,37
	6_1	40-45	24,5	15,3	4,7	0,29
	6_2	80	27,8	17,7	4,8	0,21
	7		28,2	18,3	4,6	0,11
	8	120	30,9	17,4	4,7	0,09
101	1	1-1,5	13,2	14,2	4,5	1,51
	2	3-5	14,3	21,1	4,4	0,91
	3	10	18,8	21,6	4,4	0,68
	4	15	20,5	16,3	4,6	0,36
	5	22-25	25,0	16,8	4,7	0,30
	6_1	40	28,0	16,0	4,8	0,22
	6_2	80	27,3	16,5	4,7	0,19
	7	85	28,1	17,6	4,8	0,12
	8	120	28,8	16,3	4,9	0,09
103	1					
	2	4-6	23,5	17,4	4,4	1,50
	3	9-11	23,5	17,6	4,3	1,06
	4	15-18	23,7	15,1	4,4	0,63
	5	28-30	25,2	18,3	4,4	0,38
	6_1	50	27,1	17,0	4,6	0,31
	6_2					
	7	80-90	31,1	18,0	4,6	0,19
	8	120	31,0	16,7	4,6	0,10

COULOIR N° 1

N	MHT	MHP	B.E. m.e.q.	C/N	C(MHP) / C %	MHP / MHT %	C(MHT) / C %	Prof. Peptisé cm
	mgr./100 gr.							
164	710	306	2,0	7,8	13,78	43,90	31,98	60
107	448	111	2,0	10,0	6,03	24,70	24,35	
69	281	46	2,1	8,7	4,47	16,37	27,28	
44			2,0	8,6				
31			2,1	8,4				
24			2,1	7,5				
24			2,2	5,8				
129	544	255	2,6	10,5	10,90	46,68	23,25	50
120	474	165	1,9	10,5	7,60	34,81	21,84	
76	285	81	1,5	12,8	4,79	28,42	16,86	
56	263	35	1,6	8,55	4,22	13,31	31,69	
38			2,7	9,7				
39			1,9	7,7				
36			1,9	5,8				
21			2,2	5,2				
20			2,3	4,5				
171			2,4	8,8				40
95	399	161	1,9	9,6	10,25	40,35	25,41	
67	263	55	1,4	10,1	4,70	20,91	22,48	
45	122		1,6	8,0			19,68	
37	203		1,7	8,1			39,54	
33	178		1,7	6,6			46,24	
25	148		1,9	7,6			44,85	
22	129		2,0	5,4			61,43	
18	67		2,1	5,0			41,88	
159	707	359	2,2	9,4	13,86	50,78	27,30	55
100	462	178	2,7	10,6	9,73	38 53	25,25	
68	263	42	1,5	9,2	3,85	15,97	24,13	
46	196		1,6	8,2			29,70	
37	166		1,7	8,3			31,32	
31	118		1,4	6,1			35,76	
	129		1,3				75,88	

YALIBWA — CULTURES APRES

N° des prof. d'étude et désignation des horizons		Prof. cm	0-20 mu %	20-200 mu %	pH	C %
95	1	2-3	19,1	14,7	5,8	0,97
	2	6-7	25,5	14,4	4,7	0,88
	3	15-16	26,1	18,9	4,5	0,53
	4					
	5	28-30	27,3	18,4	4,4	0,37
	6_1	45	29,0	19,1	4,4	0,25
	6_2	65	32,4	15,8	4,5	0,21
	7	100	30,8	18,0	4,5	0,16
	8	120	31,9	17,5	4,4	0,14
96	1	2-3	18,1	11,2	5,9	1,26
	2	9-11	21,2	17,3	5,0	0,96
	3					
	4	20	23,6	13,2	4,7	0,48
	5	40	26,2	16,8	4,4	0,32
	6_1	50-60	27,3	15,4	4,5	0,19
	6_2					
	7	100	28,9	16,6	4,8	0,15
	8	120	30,1	17,2	4,5	0,10
97	1	2-3	19,0	13,6	5,7	
	2	8-9	24,8	19,9	5,2	1,25
	3	15-16	29,5	20,7	4,7	0,68
	4	30	32,5	20,1	4,5	0,43
	5					
	6_1	50-60	37,2	17,8	4,4	0,24
	6_2	100	33,8	18,2	4,7	0,18
	7	120	34,9	20,6	4,5	0,12
	8					
98	1	2-3	21,3	15,9	6,2	1,64
	2	8-9	24,9	18,4	5,0	1,43
	3	13-14	29,7	19,1	4,4	0,82
	4	18-20	28,9	20,4	4,4	0,64
	5					
	6_1	40	29,0	19,9	4,4	0,38
	6_2					
	7	100	32,4	18,6	4,4	0,24
	8	120	29,2	18,4	4,3	0,07

FORET — COULOIR N° 3

N	MHT	MHP	B.E. m.e.q.	C/N	C(MHP) / C	MHP / MHT	C(MHT) / C	Prof. Peptisé
mgr./100 gr.					%	%	%	cm
152	270	94	4,2	6,4	5 62	34,81	16,17	40
105	404	96	2,0	8,4	6,32	23,76	26,58	ou moins
53	244	11	1,5	10,0	1,21	4,51	26,81	
45	204		1,6	8,2			31,88	
32	159		1,7	7,8			36,98	
27	163		1,7	7,7			45,28	
23	130		1,7	7,0			46,43	
23	152		1,5	6,1			63,33	
173	411	211	7,7	7,2	9,72	51,34	18,94	30
101	463	157	2,5	9,5	9,46	38,91	27,89	
58	263	54	1,6	8,2	6,51	20,53	31,69	
36	178		1,6	8,9			32,36	
28	163		1,7	6,8			49,39	
19	133		1,6	7,9			51,15	
18	193		1,6	5,6			113,53	
			6,4					20
121	441	209	3,4	10,3	9,68	23,39	20,42	
69	298	70	2,3	9,8	5,98	23,49	25,47	
35	218	54	2,1	9,5	7,30		29,46	
39	167		2,3	6,1			40,73	
27	122		2,1	6,7			39,35	
23	100		2,0	5,2			47,62	
206	563	322	10,3	8,0	11,38	57,19	19,89	50
	570	250	3,4		10,12	43,86	23,08	
	448	133	2,3		9,43	29,69	31,77	
	367	67	1,4		6,09	18,26	33,36	
	241	65	1,8		9,85	26,97	36,52	
	211		1,7				51,46	
	118		1,9				98,33	

YALIBWA — CULTURE APRE

N° des prof. d'étude et désignation des horizons		Prof. cm	0-20 mu %	20-200 mu %	pH	C %
104	1	2-3	16,4	12,9	6,9	0,96
	2	6-8	23,2	22,0	5,6	0,97
	3					
	4	14-18	24,5	20,9	5,1	0,64
	5	25-30	24,3	17,7	4,8	0,44
	6_1	40-100	28,3	15,8	4,6	0.31
	6_2					
	7		29,8	17,9	4,6	0,20
	8	120	29,8	17,4	4,5	0,10
105	1	4-5	19,5	15,6	4,7	1,04
	2					
	3	10-12	21,0	17,2	4,3	0,91
	4	16-20	20,6	14,2	4,4	0,52
	5	25-40	25,2	17,6	4,5	0,45
	6_1	75	25,8	18,2	4.5	0,29
	6_2					
	7	60-80	26 3	15,6	4,5	0,20
	8	120	27,2	18,0	4,6	0,13
106	1	5-6	17,8	18,0	6,9	1,42
	2					
	3	9-10	16,8	17,0	5,9	0,57
	4	18-20	16,3	19,0	6,1	0.67
	5	26-30	22,7	18,0	5,5	0,46
	6_1	30-80	24,0	15,4	5,7	0,32
	6_2					
	7	80-120	28,5	17,7	5,3	0,20
	8	120	26,2	18,0	4,7	0,12
107	1	3-6	13,7	20,8	6,0	0,75
	2		12,0	16,6	5,6	0,66
	3	4-7	15.0	22,9	5,4	0,61
	4	11-15	18,3	19,3	5,4	0,52
	5	21-22	20,3	17,6	5,3	0,34
	6_1	34-35	28,5	17,7	5,2	0,33
	6_2	55	31,1	15 6	5,0	0,28
	7	75	34.0	19,7	4,8	0,18
	8	120	30,0	19,5	4,8	0,11

PARASOLIERS — COULOIR N° 4

N	MHT	MHP	B.E. m.e.q.	C/N	C(MHP) / C	MHP / MHT	C(MHT) / C	Prof. Peptisé
mgr./100 gr.					%	%	%	cm
135	318	220	12,8	7,1	13,25	69,18	19,16	50
103	459	189	3,7	9,4	11,32	41,18	27,49	
71	344	105	2,0	9,0	9,55	30,52	31,27	
45	241	59	1,9	9,8	7,76	24,48	31,71	
36	203		2,0	5,6			38,30	
25	204		2,0	8,0			60,00	
18	89		2,0	8,5			52,35	
127	581	289	3,1	8,2	16,15	49,74	32,46	75
98	489	198	2,3	9,3	12,61	40,49	31,15	
58	311	83	1,8	9,0	9,22	26,69	34,56	
50	270	72	2,0	9,0	9,23	19,26	34,62	
34	204		2,0	8,5			40,80	
24	181		1,7	8,3			53,24	
17	115		2,0	7,6			52,27	
159	451	231	12,4	8,0	9,43	56,20	18,41	60
53	274	57	3,3	10,7	5,82	20,80	27,96	
71	300	98	4,2	9,4	8,45	32,67	25,86	
49	289	57	3,0	9,3	7,22	19,72	36,58	
38	281		2,4	8,4			51,09	
29	196		2,5	6,8			57,65	
17	67		2,2	7,0			31,90	
77	222	98	4,6	9,7	7,60	44,14	17,21	60
65	229	98	2,5	10,1	8,60	44,14	19,47	
63	259	72	2,0	9,6	6,86	27,80	24,67	
57	178	37	2,5	9,1	4,11		19,78	
40	200		2,4	8,5			33,90	
37	244		2,4	8,9			42,81	
30	233		2,0	9,3			48,54	
	144		2,2				46,45	
	56		2,4				29,47	

YALIBWA — PARASOLIERS

N° des prof. d'étude	et désignation des horizons	Prof. cm	0-20 mu %	20-200 mu %	pH	C %
108	1	1	9,8	10,5	5,2	0,83
	2	3-5	11,8	11,8	4,7	0,78
	3	8-10	13,9	15,7	4,7	0,54
	4	15	16,7	16,4	4,6	0,45
	5	20-25	19,2	16,2	4,5	0,32
	6_1	45				
	6_2	75	21,8	14,1	4,5	0,20
	7	95	26,0	14,7	4,6	0,10
	8	120	28,5	17,9	4,6	0,12
109	1	2-3	13,3	14,3	5,1	1,15
	2					
	3	6-8	20,7	20,5	4,8	0,67
	4	12-15	23,4	18,4	4,5	0,50
	5	17-30	24,3	15,6	4,5	0,36
	6_1	50	30,4	17,7	4,7	0,24
	6_2	75	32,5	18,7	4,7	0,19
	7	95	29,0	18,8	4,8	0,15
	8	120	30,5	18,8	5,0	0,09
110	1	1-2	16,7	22,8	5,2	0,78
	2					
	3	6-8	23,1	18,5	4,7	0,56
	4	13-15	23,2	15,8	4,6	0,40
	5	23-30	28,9	20,5	4,6	0,37
	6_1	40-45	32,8	19,2	4,7	0,28
	6_2	65-70	31,3	19,0	4,8	0,19
	7	80	30,2	18,6	4,7	0,15
	8	120	31,2	18,9	4,9	0,12
111	1	1-2	12,8	11,4	5,0	0,73
	2	3-6	18,1	17,7	4,7	0,70
	3	8-13	21,7	16,6	4,7	0,57
	4	12-15	24,4	17,9	4,7	0,47
	5	25-28	21,4	16,5	4,8	0,34
	6_1	45-50	25,7	14,1	4,6	0,30
	6_2	70-75	29,3	17,8	4,6	0,24
	7					
	8	120	26,5	18,6	4,7	0,12

COULOIR N° 2

N	MHT	MHP	B.E. m.e.q.	C/N	C(MHP) / C %	MHP / MHT %	C(MHT) / C %	Prof. Peptisé cm
	mgr./100 gr.							
			3,0	8,9	8,66			90
87	377	116	1,6	8,5	6,34	30,77	28,13	
63	259	59	0,9	9,3	4,23	22,78	27,85	
48	229	33	0,9	8,0		14,41	29,36	
40	185		1,1				23,64	
32	111		1,4	6,2			32,65	
29	44		1,4	6,2			14,19	
22			1,3	5,4				
112	392	139	3,3	10,2	7,02	35,46	19,80	50
	289	83	1,5		7,16	28,72	24,81	
63	266	28	1,7	7,9	3,26	10,53	30,93	
39	226		1,6	9,2			36,45	
	203		1,6				49,51	
29	178		1,9	6,5			53,94	
25	100		1,8	6,0			38,46	
20	148		2,3	4,5			92,50	
95	215	61	2,4	8,2	4,55	28,37	16,04	50
60	285	42	1,6	9,3	4,33	14,74	29,38	
48	233	41	2,0	8,3	5,94	17,60	33,77	
40	252	28	1,9	9,2	4,38	11,11	39,38	
35	218		1,9	8,0			45,42	
30	137		1,9	6,3			41,52	
24	181		1,6	6,2			69,62	
23			1,8	5,2				
81	351	176	1,7	9,0	13,97	50,14	27,86	65
69	570	129	1,6	10,1	10,66	22,63	47,11	
57	496	72	1,6	10,0	7,35	14,52	50,61	
54	485	44	1,7	8,7	5,43	9,07	59,88	
37	470		1,9	9,1			79,66	
37	459		1,7	8,1			88,27	
26	474		1,8	9,2			115,61 ?	
	300		1,7				142,86 ?	

CHAIRE DE CHIMIE ANALYTIQUE.

Détermination polarographique de la solubilité du sulfate de plomb et de l'arséniate de plomb dans l'eau

par

Pierre NOEZ.

Jusque récemment les déterminations des solubilités des corps s'effectuaient par gravimétrie, colorimétrie ou potentiométrie. Nous entreprenons de déterminer par polarographie la solubilité du sulfate et de l'arséniate de plomb dans l'eau à 25° C.

La description des méthodes générales polarographiques a été faite par des auteurs tels que *Hetrcvski* (3), *Kolthoff* et *Lingane* (5).

Matériel utilisé.

Le sulfate de plomb utilisé est préparé suivant *Huybrechts* et *Ramelot* (4); en voici l'analyse :

Pb	calculé :	67,88 %	trouvé :	67,26%
SO^4		32,12		32,09

L'arséniate de plomb est celui que fabrique *Merck* à Darmstadt; en voici l'analyse :

Pb (calculé pour $PbHAsO^4$)	:	60,26	trouvé :	59,90
AsO^4	id	39,37		38,75

Considérations générales.

Le plomb, dans un électrolyte de base judicieusement choisi, se réduit à la cathode en donnant l'onde représentée en figure 1.

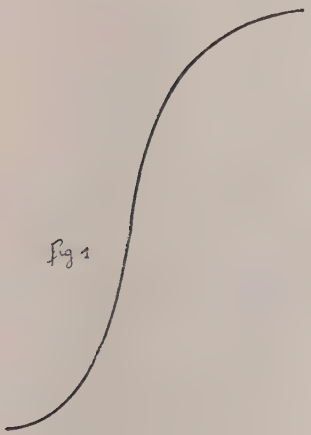
L'arsenic pentavalent ne se réduit pas à la cathode; mais l'arsenic trivalent, dans un électrolyte de base convenable, se réduit en donnant naissance à deux ondes, représentées dans la figure 2.

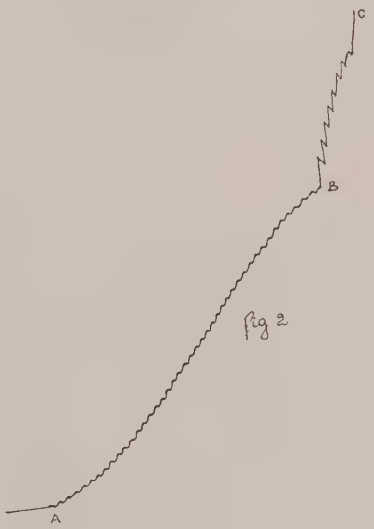
a) La première (partie AB) correspond à la réduction de l'arsenic trivalent en arsenic métallique.

b) La seconde (partie BC) correspond à la réduction de l'arsenic trivalent en arsine.

Pour le dosage, seule la première vague doit être prise en considération.

Avant d'aborder la réduction polarographique, on doit donc réduire par un moyen chimique l'arsenic pentavalent en arsenic trivalent.





Recherche des électrolytes de bases convenables.

A. Pour le Plomb.

Nous examinons une série de solutions N/100 en plomb, dont l'électrolyte de base est constitué par l'acide chlorhydrique 5N, 3N et N (6) (2); la soude caustique N (6) et N/10; le chlorure ferreux N/2 (1) et le tartrate sodico-potassique N tamponné au pH 8 (5).

Dans le cas des deux sels étudiés, le meilleur électrolyte de base se montre être l'acide chlorhydrique 5N, car il fournit le saut polarographique le plus élevé et le plus reproductible.

B. Pour l'Arsenic.

Nous utilisons comme solution de base l'acide sulfurique N/2 contenant 0,01 % de gélatine.

Mode opératoire.

a) Détermination de la solubilité du sulfate de plomb dans l'eau à 25° C.

Dans un vase de 30 centimètres de hauteur, bouché à l'émeri, on introduit 3 grammes de sulfate de plomb qu'on met en suspension dans un litre d'eau bidistillée. Le vase est conservé à l'étuve à 25° C.

Une fois par jour le sulfate de plomb est remis en suspension par agitation.

Après huit jours, on prélève, au moyen d'une pipette, 50 cc du liquide clair qu'on évapore au volume de 20 cc environ. On y ajoute 4,4 cc d'acide chlorhydrique P.A. à 40 % et transvase le liquide dans un ballon jaugé de 50 cc. On porte au trait avec de l'eau.

Dans 10 cc de cette solution on fait passer un courant d'Hydrogène purifié, puis on enregistre aussitôt le polarogramme .($E^1/_2$ = —0,43 V.).

b) Détermination de la solubilité de l'Arséniate de plomb dans l'eau à 25° C.

1) Dosage du Plomb.

On procède comme pour le sulfate de plomb.

2) Dosage de l'Arsenic.

On met l'arséniate de plomb en suspension dans l'eau comme il a été dit pour le sulfate de plomb.

Après huit jours on prélève 750 cc du liquide clair qu'on évapore jusqu'au volume de 30 cc environ. On y fait passer un courant d'anhydride sulfureux pendant 15 minutes. On évapore ensuite aux 2/3 du volume.

Au liquide résiduaire on ajoute 2,5 cc d'acide sulfurique concentré pur et 5 cc d'une solution à 0,1 % de gélatine; on porte au volume de 50 cc avec de l'eau bidistillée.

De cette solution on prélève 10 cc dans lesquels on fait passer pendant une heure et demie un courant d'Hydrogène purifié, puis aussitôt on enregistre le polarogramme. ($E^1/_2$ = —0,8 et —1,0 V.).

Résultats obtenus et conclusions.

a) La solution du sulfate de plomb dans l'eau à 25° C. par réduction du plomb à la cathode a été trouvée égale à 28,5 mg de sulfate de plomb par litre.

Les résultats obtenus par d'autres méthodes varient, comme le rapporte *Seidel* (8), de 31,5 à 82 mg de sulfate de plomb par litre.

b) La solubilité de l'arséniate de plomb dans l'eau à 25° C. a été trouvée égale aux valeurs suivantes :
1) Par réduction du plomb à la cathode : 2,55 mg de plomb par litre.
2) Par réduction de l'arsenic à la cathode : 1,3 mg d'Arsenic par litre.

Comparant les valeurs du rapport Pb/As pour les Arséniates mono, di et triplombiques purs, pour l'Arséniate de Plomb de *Merck* et pour les solubilités obtenues au polarographe, on obtient les chiffres suivants :

Arséniate monoplombique	1,38
» diplombique	2,76
triplombique	4,14
Arséniate de plomb de *Merck*	2,86
Rapport Pb/As en solution	1,97

Ces chiffres nous permettent d'avancer que la substance dissoute est vraisemblablement constituée par un mélange d'arséniate diplombique et d'arséniate monoplombique formé par hydrolyse.

Gembloux, janvier 1953.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE.

1) G. HIM et W.C.E. BARVES; Ind. Eng Chem. *14*-867-(1942).

2) W. HERED; Id. *17*-780-(1945).

3) J. HEYROVSKI. Polarographie. Wien. Springer Verlag (1941).

4) M. HUYBRECHTS et R. RAMELOT; Bull. Soc. Chim. Belg. *2*-239-(1927).

5) I.M. KOLTHOFF et J.J.LINGANE; Polarography. Interscience Publisher, New-York 1946. p. 484.

6) Id. p. 267.

7) J.J. LINGANE; Ind. Eng. Chem. : *15*-583-(1943).

8) SEIDEL; Solubilities of inorganic and métal organic compounds. Van Nostrand Co. New-York 1940. p. 1409.

Observations et recherches effectuées à la Station de Phytopathologie de l'Etat pendant l'année 1952

par

R. VANDERWALLE.

1. — OBSERVATIONS PHYTOPATHOLOGIQUES.

Les caractéristiques climatologiques (1) envisagées spécialement dans le cadre de leurs répercussions sur l'incidence et le développement des maladies ont été les suivantes :

L'hiver est relativement doux mais fort humide avec de nombreuses précipitations.

Le printemps débute par une période froide et humide à laquelle succède une seconde période où la température se relève progressivement mais de façon discontinue: le mois d'avril apparaît comme exceptionnellement chaud avec précipitations très faibles : la végétation est fortement stimulée durant cette période. En mai, la température reste douce et la pluviosité faible; ces conditions entraînent une forte avance de la végétation et la précocité de l'apparition des insectes.

En juin, la température est en hausse notable, mais l'absence de précipitations entrave le développement de la végétation. Juillet apporte une pluviosité très variable avec une moyenne thermique élevée. Le mois d'août devient pluvieux et plus froid.

En septembre, pluies abondantes.

L'année 1952 se caractérise par une période froide suivie d'un réchauffement très rapide qui stimule la végétation puis la pluviosité augmente durant la fin de l'été et entraîne une chute de température en fin de saison.

Voici le résumé des constatations recueillies par l'état phytosanitaire des plantes cultivées au cours de cette année.

(1) D'après les données obligeamment communiquées par M. Demortier, Directeur de la Station de Chimie et Physique Agricoles à Gembloux.

CEREALES (2)

Froment et épeautre.

Piétin-échaudage (*Ophiobolus graminis* Fron.) : dégâts confondus dans certaines régions avec les effets de la sécheresse.

Province du Hainaut : dégâts assez notables.
» de Liège : attaque moyenne.
» de Brabant : dégâts très notables dans les différentes régions à dominance des cultures messicoles
» d'Anvers : peu de dégâts.
» de Luxembourg : affection fréquente en Ardennes, pertes jusque 75 % dans les épeautres.

Piétin-verse (*Cercosporella herpotrichoïdes* Fron.) : dans les Flandres, 10 % de dégâts; signalé comme ayant causé peu de dégâts dans la province d'Anvers. D'une façon générale, semble moins répandu et moins dommageable qu'en 1951.

Rouille brune (*Puccinia triticina* Eriks) : attaque généralisée sur les différentes variétés mais avec une intensité variable; dégâts cependant peu importants dans l'ensemble. Il semble que la sécheresse ait contribué à réduire les dégâts.

Rouille jaune (*Puccinia graminis* Pers.) : attaque assez marquée sur variétés sensibles. Les variétés plus résistantes ont subi une attaque moyenne à nulle.

Rouille noire (*Puccinia graminis* Pers.) : quelques traces, apparue tardivement, aucun dégât.

Charbon nu (*Ustilago tritici* Schaf) : province de Namur dans quelques rares cas, jusque 5 % d'épi charbonneux; également signalé dans la province d'Anvers. Partout ailleurs, très faible attaque sauf sur variétés sensibles.

Carie (*Tilletia nuda tritici* Berk.) : est signalée avec une intensité notable en Hainaut, province de Namur, Flandre et Luxembourg. On signale dans cette dernière province des taux atteignant jusque 5 à 7 %. Des semences désinfectées ont donné également un certain taux de carie cependant minime et ne dépassant pas 1 ‰ des épis, il y a toutefois un danger latent de voir la carie augmenter dans ces conditions malgré les traitements appliqués.

Black chaff : attaque signalée sur quelques variétés sensibles.

Oïdium (*Erysibe graminis* D.C.) : attaque signalée dans les Flandres et Luxembourg, particulièrement sur Froment de printemps; ailleurs, attaque faible.

(2) D'après une note obligeamment communiquée par M. Larose, Directeur de la Station de Recherches de l'État pour l'Amélioration des Plantes de Grande Culture à Gembloux.

Escourgeon.

Piétin-verse (*Cercosporella herpotrichoïdes* Fron.) : assez répandu.

Oïdium (*Erysibe graminis* D.C.) : début marqué en avril, forte attaque en Hainaut et Luxembourg; partout ailleurs, développement marqué plus important que l'année précédente.

Rouille naine (*Puccinia simplex* (Koern.) Eriks et Henn.) : attaque réduite se situant en fin de végétation.

Charbon nu (*Ustilago nuda* Jens.) : assez développé sur les variétés sensibles en Flandres et notamment sur la variété 456 dans la province de Liège; maladie très fréquente dans le Luxembourg où elle atteint le taux de 7 à 10 % dans les cultures infectées.

Marsonina secalis Oud. : pas d'attaque notable.

Orge de Printemps.

Oïdium *(Erysibe graminis* D,C) : très étendu sur diverses variétés; a contrarié de façon notable le début de végétation.

Avoine.

Charbon nu (*Ustilago avenæ* (Pers.) Jens.) : constaté très isolément et sans importance économique.

Rouille couronnée (*Puccinia coronifera* Kleb.) : négligeable.

Oïdium (*Erysibe graminis* D.C.) : assez développé dans le sous étage foliaire sur certaines variétés; non dommageable.

Feuilles rouges : phénomène communément rencontré sur le feuillage au cours de cette année.

Seigle.

Rouille *(Puccinia dispersa* Er. et Henn.) : quasi inexistante.

Fonte de semis : on signale sur terres humides des dégâts causés par des parasites non identifiés. Ce fait est de nature à attirer l'attention sur l'intérêt de soumettre la semence de Seigle à la désinfection.

Ergot (*Claviceps purpurea* (Fr.) Tul.) : pas signalé cette année.

Maïs.

Charbon (*Ustilago maydis) :* affection en progression et en relation avec l'extension de cette culture. On signale une forte attaque dans certaines régions du Hainaut, de la province d'Anvers et de Flandre orientale.

D'une façon générale, cette maladie est répandue dans la culture dont certaines souffrent particulièrement, avec comme corollaire des dégâts importants.

Dégâts sur semis.

Des disparitions de plantules ont été signalées; il semble, que dans l'ensemble, il s'agisse en ordre principal, de dégâts entomologiques (anguillules) accompagnés de pourritures cryptogamiques.

PLANTES RACINES

Pomme de terre.

Mildiou *(Phytophthora infestans* de Bary) : signalé dans la plupart des cultures de pommes de terre; après une première apparition vers le 2 juillet, le mal paraît subir une pause pour prendre son extension vers le 15 août épargnant ainsi les cultures et variétés hâtives dans leur ensemble. La tardivité de plantation, dans certaines régions, alliée à la sécheresse ralentissant le développement a provoqué sur ces champs des attaques plus fortes que celles auxquelles on s'attendait; notamment des Bintje ont subi une diminution de rendement (sécheresse) et une pourriture importante de tubercules à la conservation *(Phytophthora).*

La maladie est signalée avec une intensité variable dans tout le pays, la variété Bintje est toujours la plus atteinte, mais les variétés hâtives ont en général échappé, tandis que les tardives ont été relativement épargnées du fait de leur résistance plus marquée au parasite. Sur tubercule, on signale des pertes de 10 à 50 % par pourriture.

Gale ordinaire (*Actinomyces scabies* (Thxt.) Güss.) : en Ardennes et région de Liège, dégâts faibles ainsi que dans la province d'Anvers où elle est constatée sur prairies retournées ou après fumure incorrecte.

Gale noire (*Synchytrium endobioticum* Schilb.) : affection en voie de disparition progressive du fait de la culture des variétés immunes et de l'extinction des foyers.

Gale poudreuse (*Spongospora subterranea* Wall.) : pas d'attaques signalée dans la culture.

Jambe noire (*Bacillus phytophthorus* Appel.) : n'est signalée, comme ayant sévi d'une façon marquée, que dans la province d'Anvers.

Corticium vagum B. et C. : signalé comme dommageable en Flandres dans la région de Alter sur variété Bintje.

Alternaria solani Sor. : signalé avec une certaine intensité dans la province d'Anvers et dans la région jurassique où on note des attaques sur tubercules.

Maladies à virus : très généralisées dans la culture. Abondance assez variable suivant les cultures (20 à 80 %). Semblent en recrudescence et seraient le résultat de l'emploi trop fréquent encore de pommes de terre de 2e et 3e jetées au lieu de plants sélectionnés. Beaucoup de dégénérescence en Limbourg, province d'Anvers et Flandres.

Boulage : accident non signalé cette année.

Betterave.

Pied noir (*Mycosphaerella tabifica* Prill et Del.) : pas de dégâts notables signalés cette année sauf dans la province d'Anvers sur semences produites par le cultivateur.

Rouille (*Uromyces betæ* Tul.) : attaque très faible.

Mildiou (*Peronospora Schachtii* Fuck.) : pas de dégâts.

Cercosporiose (*Cercospora beticola* Sacc.) : observée dès le mois d'août: ne s'est pas étendue dans la culture; souvent répandu plus fortement sur plantes atteintes de jaunisse mais pas de dégâts notables.

Rhizoctonia violacea Tul. : très variable; le plus souvent, cas isolés; attaque signalée en province d'Anvers; forte extension de la maladie atteignant jusque 20 à 30 % des plantes; remarqué également dans les provinces de Liège et du Hainaut.

Maladies à virus :

Jaunisse : forte infection généralisée dans les différentes régions; s'est répandue rapidement après l'attaque massive des pucerons en juin. Dès juillet, elle se généralise dans la culture et en août, elle atteint 80 %.

Mosaïque : observée sur porte-graines; n'a pas donné lieu à une extension notable.

Pourriture du cœur (Carence en Bore) : affection fréquente cette année mais peu importante quant aux dégâts causés. Elle est signalée en Flandres, en Ardennes et dans la province d'Anvers.

Féverole.

Rouille (*Uromyces fabæ* (Pers.) de Bary) : tardive, pas d'extension notable.

Mycosphærella pinodes (B. et Blox) Johanas : pas signalé.

Virose : des symptômes de virose semblent apparaître sur certaines lignées. Elles seront étudiées au cours de l'année 1953.

Crucifères.

Hernie (*Plasmodiophora brassicæ* Woron) : aucun cas important d'attaque de ce parasite n'a été signalé au cours de l'année, sauf dans zone sablonneuse.

Jaunisse du navet : cette affection reste très répandue dans la province d'Anvers (30-80 %) ; elle s'est étendue aux Flandres avec une moindre intensité (5 à 55 %). La maladie existe également en Brabant mais elle est cependant plus intense dans le Sud de la Campine.

Bactériose des racines *(Pseudomonas destruens) :* signalé en province d'Anvers.

Rouille blanche *(Albugo candida) :* signalée comme assez abondante en Flandre orientale.

Trèfle et Luzerne.

Rhizoctonia violacea : signalé comme important dans la région Tournai-Ath-Braine-le-Comte.

Sclerotinia ciboroïdes (Hoffm.) Eriks : signalé dans la province d'Anvers et dans quelques autres régions. Dégâts locaux.

Anthracnose *(Pseudo-Peziza trifolii* Fuck.) : dégâts signalés dans la province d'Anvers.

Fusariose : un certain nombre de consultations ont révélé l'intervention d'un fusarium parasite des plantes provoquant un jaunissement et le dépérissement intense des Luzernières. Maladie signalée à Theux, Waremme et Ligny où on constate des dégâts très graves.

PLANTES INDUSTRIELLES

Tabac.

On signale que le rendement a été particulièrement influencé par la sécheresse durant la période de croissance.

Pseudomonas tabaci : La bactériose s'est manifestée dès juin en Ardennes et a pris un développement important dans certaines cultures: dans la province de Luxembourg a provoqué du déchet et une perte qualitative de feuilles assez notable.

Botrytis cinerea : quelques atteintes sont signalées.

Viroses : la mosaïque existe partout mais semble avoir été plus intense dans la petite culture du tabac en Flandres.

Moisissures : on signale assez bien de moisissures lors du séchage des tabacs récoltés.

La sécheresse a provoqué également des brûlures importantes du feuillage amenant une perte de récolte notable.

Lin.

Phoma linicola March. et Verpl. : attaque généralisée et souvent forte des tiges.

Thielaviopsis basicola Zopf. : localement sur petites surfaces.

Botrytis cinerea Pers. : En Hainaut, forte attaque au début de la végétation. Dégâts de désherbants. L'emploi d'herbicides sélectifs à base d'hétéroauxines et surtout la mise en usage de l'atomisation a provoqué cette année de nombreux cas de dégâts sur les champs de Lin.

PLANTES MARAICHERES

Haricot.

Anthracnose (*Glomerella Lindemuthianum* Shear.) : pas d'attaque notable signalée.

Graisse : pas signalée.

Rouille : très peu.

Viroses : état stationnaire.

Oignon et Poireau.

Botrytis cinerea : quelques attaques sont signalées.

Sclerotinia : a causé quelques dommages localement.

Mildiou (Peronospora Schleideni) : attaque tardive.

Chicorée Witloof.

Verticillium dahliæ : Kleb. : attaque marquée; dégâts moins intenses cette année.

Laitue.

Mildiou (*Bremia lactucæ* Reg.) : attaque tardive.
Fonte de semis : affection signalée localement.
Botrytis cinerea : attaque dans les couches sur semis.

Epinard.

Virose : jaunisse signalée dès septembre; assez bien de jaunissement du feuillage.

Tomate.

Mildiou (*Phytophthora infestans* de Bary) : attaque relativement tardive et peu dommageable.
Cladosporium fulvum Cke. : attaque tardive également et assez développée.
Botrytis cinerea : pas d'attaque signalée.
Viroses : ces affections sont assez fréquentes et dommageables dans l'ensemble.

Fraisier.

Mycosphærella fragariæ (Tul.) Lind. : attaque faible.
Viroses : affections de plus en plus répandues dans la culture.

Pois.

Rouille (*Uromyces pisi* (Pers.) Wint.) : signalée.
Erysibe polygoni D.C. : signalé sur semis tardifs.

PLANTES ORNEMENTALES

Œillet :

Fusarium dianthi Prill. et Del. : signalé sans extension dans la culture.

Rosier.

Blanc (*Spærotheca pannosa* (Wallr.) Lév) : attaque assez prononcée; extension assez forte.
Rouille (*Phragmidium subcorticum* (Schrank.) Wint.) : peu fréquente.
Diplocarpon rosæ Wolf. : signalé mais assez limité.

Bégonia.

Oïdium : signalé.
Viroses : attaques signalées.

Géranium.

Rien à signaler.

Cyclamen.

Botrytis cinerea : attaque peu importante.

Dahlia.

Viroses : toujours beaucoup de symptômes de ces affections dans la culture.

Chrysanthème.

Cladosporium : quelques attaques.

Septoria chrysanthemella : assez marquée.

Verticillium dahliæ Kleb. : quelques cas signalés.

Lilas.

Bactériose : signalée très rarement.

Primevère.

Viroses : le cucumis virus L a été décelé sur cette plante.

ARBRES FRUITIERS

Pommier.

Tavelure (*Venturia inæqualis* (Cooke) Aderh.) : cette année, la tavelure a provoqué moins de dégâts. Le temps chaud et sec du printemps a retardé et limité l'infection primaire de tavelure qui s'est peu développée. Vers le 15 août, cependant, la maladie a pris une forte recrudescence et a provoqué une forte attaque sur fruits tardifs, même les vergers non traités se sont bien comportés. Suite à l'infection tardive, on signale quelques mauvaises conservations de pommes.

Oïdium (*Podosphæra leucotricha* Ell. et Ev.) : quelques cas d'attaque de jeunes pousses. Certaines variétés apparaissent assez sensibles.

Moniliose (*Monilia fructigena* Pers.) : assez généralisée mais peu intense.

Poirier.

Tavelure (*Venturia pirina* Aderh.) : dégâts assez faibles dans l'ensemble cette année.

Moniliose (*Sclerotinia fructigena* (Pers.) Schroet.) : attaque assez faible mais encore fréquente.

Prunier et Cerisier.

Plomb (*Stereum purpureum* Pars.) : quelques dégâts localisés en province de Liège.

Maladie rhénane : pas signalée.

Moniliose (*Sclerotinia cinerea* Schroet.) : assez faible.

Pêcher.

Cloque (*Taphrina deformans* Berk.) : assez développée et ayant provoqué des dégâts notables.

Vigne.

Oïdium (*Uncinula necator* Schwein.) : stationnaire; dégâts habituels.

Brunissure *(Botrytis cinerea) :* signalée.

Rougeot : moins intense que l'année précédente.

Groseiller.

Oïdium américain (*Sphærotheca mors-uvæ* Berk.) : plusieurs attaques locales cette année.

Noyer.

Pas d'affection signalée.

ARBRES FORESTIERS

Peuplier.

Chancre : toujours nombreux dans certaines régions, mais, de façon générale, en régression.

Epicea.

Armillariella melea : on constate des dépérissements dans différentes plantations.

Saule.

Melampsora salinica : signalé.

2. — RECHERCHES

A. — MALADIES CRYPTOGAMIQUES

1) *Recherche de chicorées Witloof résistantes à Verticillium dahliæ.*

De nombreux semis et culture sur terres infectées, un individu est apparu comme présentant une bonne résistance à la Verticilliose. La floraison tardive au moment des premières gelées de 1952 ne nous permet malheureusement pas d'espérer un grand nombre de graines mûres et susceptibles d'une bonne germination.

Cependant, ce fait porte à croire qu'il n'est pas impossible de tirer de la population Witloof cultivée jusqu'ici, des individus résistants aux souches du parasite présentes en Belgique. Les recherches continueront dans ce sens.

2) *Oïdium des Céréales.*

Sur le désir exprimé par le département, les autres essais en cours ont fait place à une nouvelle recherche : l'étude de l'oïdium de l'orge et du froment. En 1952, nous n'avons fait encore que des travaux préparatoires et d'orientation qui, nous l'espérons, porteront plus de fruits en 1953.

3) *Recherches sur le Charbon nu du Froment et de l'Orge.*

Au cours de l'année 52, il a été effectué sur différentes variétés de ces deux céréales des inoculations artificielles en partant d'épis charbonnés prélevés dans des lignées déterminées. Une partie des semences ainsi infectées a été analysée au laboratoire par une technique qui a été mise au point dans le courant de l'année et qui est destinée à apprécier le charbonnement existant dans les embryons.

Une autre partie de semences correspondant à l'essai de laboratoire a été semée en serre et soumise à l'éclairage artificiel.

Une troisième partie du même matériel est destinée aux semis extérieurs.

Cette recherche permettra de préciser la relation entre l'infection de l'embryon, le taux charbonneux en culture forcée et en culture ordinaire, ainsi que de déceler la présence de biotypes de Charbon dans le matériel étudié.

Un examen de l'infection de l'embryon a été réalisé, épi par épi, sur du matériel Froment en séparant dans l'épi le sommet, la partie moyenne et la base, ceci dans le but de définir la réceptivité relative des différentes parties de l'épi.

De nombreux essais de germination de spores de *Ustilago nuda* et U. tritici ont été réalisés en vue d'apprécier les conditions et les exigences de la germination ainsi que les caractères morphologiques des spores.

Des spores et des épis ont été soumis également au procédé « dessivac » en vue d'étudier leur conservation prolongée. Ce problème ayant un intérêt particulier pour nos essais.

Un cas particulier de commensalisme avec *Fusarium poæ* a été mis en évidence et décrit.

4) *Peuplier, étude du chancre.*

Poursuivant des recherches entreprises les années antérieures, des nouvelles expériences ont été poursuivies afin d'approfondir la notion de l'exsudat chancreux.

Ces exsudats traités selon des techniques comportant la filtration dans différentes conditions, il a été réalisé de nombreuses inoculations à partir des produits recueillis.

De même, des essais de centrifugation, de traitements thermiques et l'application d'Ultra violet ont été essayés sur l'exsudat. Les nombreuses inoculations qui ont été réalisées, apporteront l'année prochaine, les réponses aux questions posées par les techniques utilisées.

B. MALADIES PHYSIOLOGIQUES

1) *Etude des carences minérales.*

L'étude symptomatologique des carences minérales sur plantes diverses nous a conduit à une connaissance accrue des effets des carences en éléments mineurs en particulier sur la vigne. De ce point de vue, nous pensons que le rougeot ne peut être considéré comme une affection uniquement due à une carence magnésienne. Cette carence n'est pas la seule qui nous ait donné du rougissement des feuilles de la vigne et nous dirons même que dans nos essais, les symptômes obtenus par la carence de bore se rapprochent, à notre avis, beaucoup plus de ceux du rougeot.

2) *Rougeot de la vigne.*

Un millier de boutures de vigne ont été prélevées sur des plantes faisant chaque année un peu ou beaucoup de rougeot. Lors de leur sectionnement, on a noté l'emplacement de l'œil sur les rameaux et l'emplacement du rameau sur le cep. Cette façon de faire était destinée à rechercher si la position de l'œil sur la plante pouvait, d'une manière quelconque, provoquer ou non l'apparition du rougissement de la bouture. Aux fins d'observation, une grande partie de ces jeunes boutures ont été replantées à l'extérieur (faute de place en serre) dans l'espoir qu'un hiver doux nous permettrait une analyse plus complète et plus sûre des symptômes foliaires en 1953.

C. — VIROLOGIE

Nous avons poursuivi, en 1952, des études virologiques sur la pomme de terre et diverses autres plantes.

1) *Recherches sur les viroses de la pomme de terre.*

a) Contrôle de l'état sanitaire des hybrides de la Station de la Pomme de terre.

b) Recherches des types de Solanum résistant à l'enroulement.

c) Recherches de Solanum résistants au virus Y.

d) Continuation de l'étude des hybrides produits par la Station de la Pomme de terre.

e) Etude de la réaction d'une variété spéciale de *Solanum demissum* aux virus X, Y, F et A.

f) Examen de l'influence du passage sur tomate sur la virulence des virus X et Y.

g) Etude de la transmission par pucerons des virus A, F, Y et de l'enroulement.

h) Etude de différentes souches de virus Y sur *Physalis floridiana.*

i) Recherche sur les composants des souches Y de la Zeeuwse Blauwe et Zeeuwse Bonte.

j) Vérification du caractère d'hypersensibilité au virus A dans un certain nombre de variétés.

k) Etude de la signification des nécroses généralisées occasionnées par le virus Y Z B à certaines variétés de pomme de terre, en vue de la recherche d'un caractère d'hypersensibilité à l'égard de ce virus.

l) Essais de classification d'un certain nombre de souches du virus X en fonction des réactions d'hypersensibilité des variétés de pomme de terre.

m) Recherche sur la température d'inactivation de différentes souches du virus X.

2) *Etudes virologiques sur diverses plantes.*

a) Continuation de l'étude de la mosaïque et de la jaunisse du navet. — Enquête sur l'importance de cette dernière en fonction des conditions de culture.

b) Recherche de cas de viroses sur cerisier.

c) Poursuite des essais de transmission des viroses du fraisier par pucerons.

3. — PUBLICATIONS

R. VANDERWALLE. — Sur un cas d'attaque de gale poudreuse — *Parasitica*, 1952, VIII, 1, pp. 15-18.

R. VANDERWALLE. — Les Rouilles du Froment — *Revue de l'Agriculture*, 1952, 3, pp. 211-218.

R. VANDERWALLE. — Le Piétin du Froment — *Revue de l'Agriculture*, 1952, 4.

G. ROLAND, — Sur une maladie à virus du cresson *(Nasturtium officinale)* — *Parasitica*, 1952, VIII, 1, pp. 1-3.

G. ROLAND. — Sur une mosaïque de *Rumex obtusifolius* — *Parasitica*, 1952, VIII, 2, pp. 54-57.

G. ROLAND. — Etude de deux viroses du navet; la mosaïque et la jaunisse — *Parasitica*, 1952, VIII, 3, pp. 97-111.

G. ROLAND. — Quelques recherches sur l'enroulement de la pomme de terre *(Solanum virus* 14, Appel & Quanjer) — *Parasitica*, 1952, VIII, 4, pp. 149-157.

G. ROLAND. — Etude virologique sur la pomme de terre. Recherches symptomatologiques et hispathologiques. — Comptes-rendus I.R.S.I.A., n° 7, 1952, 118 pp., Prix Wetrems de Sciences Naturelles.

G. ROLAND. — Sur quelques notions relatives aux maladies à virus des plantes — *Naturalistes Belges*, 1952, XXXIII, 7-8, pp. 113-117.

STATION DE CHIMIE ET DE PHYSIQUE AGRICOLES

Observations météorologiques de l'année 1952 (*)

par

G. DEMORTIER.

La présentation des relevés météorologiques de l'année 1952, diffère sensiblement de celle des années précédentes.

Cette modification est due aux circonstances actuelles, le Comité de Rédaction du Bulletin a dû envisager des économies budgétaires.

Il fut donc décidé de diminuer le nombre de pages réservées à cet article : nous avons supprimé les commentaires et, en outre, pour permettre une économie des crédits, nous n'avons plus établi les graphiques des saisons et de l'année.

Les relevés sont condensés dans des tableaux afin de fournir le maximum de renseignements sur un minimum de pages.

Nous signalons que l'ordre de succession des facteurs météorologiques, dans les tableaux, n'est pas logique : la disposition présente a pour but de permettre à l'éditeur d'imprimer les différents tableaux sur deux pages en regard et d'éviter des espaces laissés en blanc.

Nous avons traité successivement :

1er tableau : a) La radiation solaire. — b) L'eau;

2e tableau : La Température a) Sous abri. — b) Sur le sol;

3e tableau : La Température dans le sol;

4e tableau : Les valeurs extrêmes ou caractéristiques.

Pour chacun des facteurs examinés, nous donnons les totaux :

par décades;

par mois;

par saisons et pour l'année.

Les trois séries d'observations journalières ont été exécutées aux heures suivantes :

I : 7 heures (G.M.T.)
II : 13 heures (G.M.T.)
III : 18 heures (G.M.T.)

(*) Relevés effectués par MM. BAUVIN R. et GLIBERT L., Préparateurs-techniciens.

1951-1952 Mois et Saisons		Radiation solaire						L'eau								
			Heures d'insolation					Précipitations					Humidité relative			
		Calories gr/cm²/mi	Heures possi.	Gembloux Obser.	Gembloux %	Uccle Moy.	Uccle %	Haut. (mm) obs.	Moy. (mm) norm.	Nomb. de jours	jours de neige	Evaporation (cm³)	I	II	III	Moy.
Décembre 1951	1-10	249.095	81	16.3	20.00	14	17.3	22.8	22.73	7	1	20.4	91.1	83.0	89.0	87.7
	11-20	441.999	79	35.2	44.50	13	16.4	1.6	16.79	1	—	gelé	90.5	80.0	93.9	88.1
	21-31	280.988	87	22.1	25.40	15	17.2	58.3	28.48	7	2	27.7	89.8	86.7	89.6	88.7
	Mois	972.082	247	73.6	29.79	42	17.0	82.7	68.00	15	3	—	90.45	83.3	90.8	88.2
Janvier 1952	1-10	208.205	81	17.3	21.35	16	19.7	75.5	25.4	8	2	19.5	93.4	89.0	89.5	90.6
	11-20	223.644	84	12.1	14.40	17	20.2	34.2	18.1	5	6	15.4	94.5	89.1	91.9	91.8
	21-31	272.105	98	3.6	3.67	20	20.4	21.3	14.9	4	7	gelé	91.0	87.9	86.5	88.4
	Mois	703.954	263	33.0	12.54	52	20.2	131.0	58.4	17	15	—	92.9	88.6	89.2	90.3
Février	1-10	553.622	94	21.0	22.34	27	27.7	68.3	13.0	5	6	gelé	90.2	84.2	93.7	89.4
	11-20	663.000	100	14.9	14.90	29	29.0	33.7	15.0	3	5	gelé	95.7	85.7	87.4	89.6
	21-29	528.714	85	16.3	19.70	25	29.4	4.8	14.0	3	—	gelé	98.0	86.3	87.4	89.8
	Mois	1745.336	279	52.2	18.71	81	29.0	106.8	42.0	11	11	gelé	93.8	85.4	89.6	89.6
Hiver		3421.372	789	158.8	20.12	176	22.3	320.5	168.4	43	29	—	92.4	85.8	89.9	89.4
Mars	1-10	1105.561	112	30.9	27.59	36	32.8	15.7	18.4	5	—	gelé	85.6	61.9	83.8	77.1
	11-20	1607.236	118	39.6	33.56	38	32.9	7.6	13.9	2	—	14.9	87.2	66.3	84.1	79.2
	21-31	1052.610	137	22.3	16.41	45	33.2	67.1	17.3	7	4	gelé	94.3	79.0	86.8	86.7
	Mois	3765.407	366	92.8	25.35	121	33.1	90.4	49.6	14	4	gelé	89.2	69.4	85.0	81.2
Avril	1-10	2558.932	131	52.5	40.07	51	38.9	5.9	17.8	2	1	gelé	80.7	58.6	73.4	70.9
	11-20	3468.628	137	76.3	55.69	53	39.0	—	19.4	—	—	43.7	81.3	42.0	65.6	63.0
	21-30	2744.201	144	79.9	55.48	56	39.2	0.6	19.1	1	—	35.3	83.1	48.8	55.0	62.3
	Mois	8771.761	412	208.7	50.65	161	39.0	6.5	56.3	3	1	—	81.7	49.8	64.7	65.4
Mai	1-10	2447.182	149	73.9	49.59	67	44.9	33.7	20.8	8	—	49.4	82.4	60.7	71.8	71.6
	11-20	3912.288	154	103.3	67.07	69	44.8	7.7	17.7	2	—	43.6	84.4	51.9	68.2	68.1
	21-31	3743.339	175	49.5	28.28	81	46.2	10.5	16.5	5	—	49.0	79.0	55.8	61.0	64.9
	Mois	10102.809	478	226.7	47.42	217	45.3	51.9	55.0	15	—	142.0	81.9	56.1	66.5	68.1
Printemps		22639.977	1256	528.2	42.05	499	39.7	148.8	160.9	32	5	—	84.3	58.4	72.1	71.6

Juin	1-10	4067.507	162	81.3	50.18	66	40.7	24.7	18.3	5	—	38.5	82.0	55.8	67.4	68.4
	11-20	3452.775	164	69.6	42.43	66	40.2	3.8	20.7	4	—	36.9	83.7	58.0	65.4	69.0
	21-30	4377.229	165	91.9	55.70	68	41.2	1.1	21.0	1	—	48.5	73.5	47.2	58.8	59.8
	Mois	11897.511	491	242.8	49.44	200	40.7	29.6	60.0	10	—	123.9	79.7	53.7	63.5	65.7
Juillet	1-10	4166.687	162	91.9	56.72	67	41.3	87.6	24.0	4	—	47.2	80.6	61.0	66.9	69.5
	11-20	3067.134	160	65.6	41.00	67	41.8	2.8	23.0	2	—	41.4	83.6	57.7	66.7	69.3
	21-31	3926.612	171	86.2	50.40	71	41.5	11.2	28.9	1	—	39.3	82.0	60.0	65.0	69.0
	Mois	11160.433	493	243.7	49.43	205	41.6	101.6	76.0	7	—	127.9	82,1	59.5	66.2	69.2
Août	1-10	3344.863	151	72.4	47.94	68	45.0	18.8	21.7	6	—	49.3	78.4	56.0	66.3	66.9
	11-20	2768.347	145	52.6	36.27	65	44.8	115.3	24.0	8	—	32.6	91.4	73.8	76.0	80.4
	21-31	4008.444	153	84.9	55.49	68	44.4	5.2	26.3	1	—	36.1	88.8	62.5	74.3	75.2
	Mois	10121.654	449	209.9	46.74	201	44.7	139.3	72.0	15	—	118.0	86.3	64.1	72.3	74.2
Eté		33179.598	1433	696.4	48.59	606	42.3	270.6	208.0	32	—	369.8	82.7	59.1	67.3	69.7
Sept.	1-10	2176.623	131	36.2	27.63	56	42.7	16.6	18.7	7	—	19.3	93.7	71.6	82.4	82.6
	11-20	2694.120	126	59.9	47.46	54	42.8	8.5	24.5	3	—	18.5	93.8	60.7	78.1	75.5
	21-30	879.693	121	25.7	21.24	52	42.9	58.9	16.8	9	—	26.1	89.8	81.3	84.3	85.2
	Mois	5750.436	378	121.8	32.20	162	42.8	84.0	60.0	19	—	63.9	92.4	71.2	81.4	81.7
Octobre	1-10	1050.887	114	40.9	35.87	38	33.3	20.0	27.7	5	—	20.8	90.6	73.7	85.9	83.4
	11-20	1313.599	107	42.6	39.81	36	33.6	17.6	19.0	4	—	12.8	92.3	72.9	88.5	84.6
	21-31	1148.411	111	40.6	36.57	39	35.1	46.6	27.3	10	—	33.6	91.3	74 9	84.4	83.6
	Mois	3512.897	332	124.1	37.38	113	34.0	84.2	74.0	19	—	67.2	91.4	73.9	86.2	83.8
Nov.	1-10	710.198	95	18.1	19.05	22	23.1	110.5	21.4	10	—	9.7	91.3	82.9	91.4	88.5
	11-20	560.638	89	21.4	24.04	21	23.6	17.5	20.2	5	2	gelé	89.2	80.5	87.1	85.6
	21-30	830.676	85	16.0	18.82	19	22.3	45.6	20.4	8	3	gelé	89.8	88.3	91.4	89.8
	Mois	2101.532	269	55.5	20.63	62	23.0	173.6	62.0	23	5	gelé	90.1	83.9	90.0	88.0
Automne		11364.865	979	301.4	30.07	337	34.4	341.8	196.0	61	5	—	91.3	76.3	85.8	84.5
Année		70605.812	4457	1684.8	35.20	1618	36.3	1081.6	733.3	166	39	—	87.7	69.9	78.8	78.8

Mois et Saisons		LA TEMPERATURE															
		Sous-abri									Sur le sol						
		Maxima = M		Minima = m		$\frac{M+m}{2}$	M — m	T°C. à l'heure GMT			nu			gazonné			
		Obs.	Moy.	Obs.	Moy.			7 H (I)	13 H (II)	18 H (III)	M	m	M—m	M	m	M—m
Décembre 1951	1-10	8.3	5.84	3.01	0.10	5.65	5.29	4.92	6.58	5.11	6.93	1.59	5.43	8.88	1.41	7.47
	11-20	6.18	4.95	—0.57	—0.50	2.80	6.75	1.14	5.54	2.70	4.02	—1.69	5.71	6.63	—4.44	11.07
	21-31	7.76	5.36	1.76	—0.50	4.76	6.00	4.01	6.58	5.29	6.28	- 0.22	6.50	7.81	—0.64	8.45
	Mois	7.42	5.40	1.41	—0.20	4.41	6.01	3.38	6.24	4.40	5.76	—0.11	5.87	7.77	—1.18	8.95
Janvier 1952	1-10	6.23	5.54	1.36	0.00	3.79	4.87	3.82	4.83	3.65	6.13	0.66	5.47	6.62	0.18	6.44
	11-20	5.98	4.98	1.07	—0.60	3.52	4.91	2.79	3.78	2.35	5.15	—1.62	6.77	6.27	—1.39	7.66
	20-31	1.43	4.78	—2.54	—1.49	—0.55	3.97	- 0.69	0.77	0.33	1.15	—3.10	4.25	1.65	— 3.55	5.20
	Mois	4.45	5.60	0.05	—0.60	2.25	4.40	1.91	3.05	2.05	4.05	- 1.41	5.46	4.74	—1.65	6.39
Février	1-10	3.83	5.20	—0.73	—1.00	1.55	4.56	0.77	2.71	1.75	3.56	—2.04	5.60	4.30	—1.85	6.15
	11-20	2.65	5.60	—4.00	—1.20	—0.66	6.68	- 1.44	1.02	3.53	2.02	—3.52	5.54	3.48	— 2.90	6.38
	21-29	5.23	7.00	—0.67	0.30	2.28	5.90	9.88	3.92	3.80	7.09	—1.25	8.61	7.11	— 2.43	9.54
	Mois	3.88	5.93	—1.83	—0.63	1.02	5.71	0.07	2.50	2.84	4.12	— 2.39	6.51	4.89	—2.39	7.28
Hiver		5.27	5.50	—0.09	—0.50	2.59	5.36	1.78	3.93	3.10	4.65	— 1 27	5.92	5.82	—1.73	7.55
Mars	1-10	11.10	8.30	3.81	0.80	7.45	7.29	5.67	10.96	7.80	12.93	1.17	11.76	16.25	1.21	15.04
	11-20	11.01	9.20	2.10	0.80	6.55	9.91	4.56	9.77	7.64	15.40	0.03	15.37	18.43	— 3.16	15.27
	21-31	8.12	10.60	1.62	1.60	4.87	6.50	3.40	6.17	4.48	11.64	0.43	11.21	13.70	0.25	13.45
	Mois	10.01	9.40	2.48	1.10	6.24	7.53	4.50	8.88	6.57	13.28	0.54	12.74	16.05	—0.54	16.59
Avril	1-10	10.94	12.00	3.51	2.50	7.22	7.43	6.12	11.51	9.61	16.77	2.03	14.74	19.98	—0.33	20.32
	11-20	23.19	13.20	8.51	3.00	15.85	15.68	12.49	21.55	18.32	31.46	7.04	24.42	36.66	3.13	33.53
	21-30	15.12	14.40	3.43	4 00	9.27	11.69	8.16	14.40	13.08	28.81	2.89	23.92	31.54	—2 02	33.56
	Mois	16.41	13.20	5.15	3.20	10.78	11.26	8.92	15.82	13.67	25.68	3.98	21.70	29.39	0.26	29.13
Mai	1-10	20.76	16.40	9.73	5.60	15.24	11.03	13.63	18.16	15.95	30.90	7.48	23.42	32.66	5.02	27.64
	11-20	20.66	18.8	7.89	6.8	14.27	12.74	12.66	18.63	15.75	33.86	7.78	26.08	36.81	3.58	33.23
	21-31	17.08	20.9	6.67	8.5	11.87	10.41	11.18	16.06	14.67	31.21	7.36	23.85	33.98	4 23	29.75
	Mois	19.42	18.5	8.05	7.0	13.73	11.37	12.45	17.57	15.43	31.96	7.53	24.43	34.47	4.27	30.20
Printemps		16.35	13.7	5.22	3.8	10.78	11.13	8.62	14.09	11.89	23.61	4.02	19.59	26.60	1.34	25.26

Juin	1-10	20.24	20.8	9.48	9.5	14.86	10.76	13.52	18.41	16.43	28.69	9.38	19.31	35.65	6.94	28.71
	11-20	21.17	21.1	9.51	9.7	15.34	11.66	13.72	19.26	18.13	33.70	9.68	24.02	43.65	5.48	38.17
	21-30	22.18	21.0	10.49	9.9	16.33	11.69	15.99	21.96	20.40	37.46	11.39	26.07	44.59	7.00	37.59
	Mois	21.19	20.9	9.82	9.7	15.50	11.37	14.41	19.87	18.32	33.28	10.15	23.13	41.29	6.47	34.82
Juillet	1-10	28.90	22.2	15.32	10.7	22.11	13.58	19.72	25.81	24.09	38.62	15.10	23.52	53.35	13.54	39.81
	11-20	20.73	24.1	12.05	11.7	16.39	8.68	15.00	19.31	18.14	30.67	12 29	18.38	44.60	10.28	34.32
	21-31	22.14	22.9	10.64	11.7	16.39	11.50	15.01	19.58	18.30	34.64	10.70	23.94	48.40	6.52	41.88
	Mois	23.86	23.1	12.6	11.4	18.23	11.26	16.52	21.5	20.11	34.64	11.02	23.62	48.77	9.99	38.78
Août	1-10	23.58	23.0	13.28	11.7	18 43	10.30	16.83	21.79	19.63	31.03	12.45	18.58	43.96	9.11	34.85
	11-20	22,76	22.6	13.76	11.3	18.26	9.00	16.05	20.39	19.10	28.47	13.03	15.44	36 89	11.12	25.77
	21-31	21.91	21.5	11.11	11.1	16.55	10.80	14.78	20.87	18.65	29.41	11.72	17.69	36.38	7.87	28.51
	Mois	22.72	22.3	12.66	11.3	17.69	10.06	15.85	21.01	19.13	29.63	12.37	17.26	38.99	9.32	29.67
Eté		22.61	22.1	11.72	10.8	17.16	10.89	15.59	20.79	19.18	32.51	11.19	21.32	43.03	8.62	34.41
Sept.	1-10	17.57	21.2	8.01	9.9	12.79	9.56	10.49	15.35	13.28	26.05	8.87	17.18	29.90	4.34	25.56
	11-20	16.11	19.5	5.2	8.8	10.65	10.91	7.17	14.42	11.66	23.56	5.26	18.30	27.86	1.11	26.75
	21-30	13.81	18.3	7.54	7.3	10.67	6 27	9.92	12.40	11.33	16.60	5.97	10.63	19.92	5.65	14 27
	Mois	15.83	19.7	6.92	8.7	11.37	8.91	9.19	14.05	12.09	22.07	6.70	16.37	25.89	3.70	22.19
Octobre	1-10	13.79	16.0	5.23	6.8	9.51	8.56	7.54	11.72	9.54	15.41	4.30	11.11	17.94	3.31	14.66
	11-20	11.93	14.3	1.17	5.4	6.55	10.76	4.49	10.02	6.96	13.68	0.78	12.90	15.51	- 1.62	17.13
	21-31	13.59	11.9	7.05	4.3	10.32	6.54	8.63	13.08	10.64	13.60	4.88	8.82	17.02	4.31	12.71
	Mois	13.12	14.1	4.56	5.5	8.84	8.56	6.94	11.65	9.10	14.21	3.37	10.84	16.83	2.07	14.76
Nov.	1-10	9.29	9.8	4.14	3.0	6.67	5.06	6.26	7.99	7.80	10.22	2.24	7.98	11.76	2.31	9.45
	11-20	4.15	7.5	- 1.11	1.6	1.52	5.26	0.02	2.12	1.35	5.39	2.59	7.98	6.69	—3.46	10.15
	21-30	5.48	7.3	—0.88	1.4	2.30	6.36	1.60	2.86	1.75	3.97	—2.59	6.56	5.17	—2.75	7.92
	Mois	6.27	8.2	0.71	2.0	3,49	5.56	2.61	4.32	3.63	6.52	—0.98	7.50	7.87	—1.30	9.17
Automne		11.74	14.0	4.06	5.4	7.90	7.68	6.24	10.00	8.27	14.26	3.03	11.23	16.86	1.50	15.36
Année		13.99	13.8	5.23	4.9	9.61	8.76	8.06	12.20	10.61	18.75	4.24	14.51	23.08	2.40	20.68

Mois et Décades		Températures dans le sol observées aux trois heures G.M.T.																	
		A 5 cm			A 10 cm			A 20 cm			A 30 cm			A 50 cm			A 100 cm		
		7 H.	13 H.	18 H.	7 H.	13 H.	18 H.	7 H.	13 H.	18 H.	7 H.	13 H.	18 H.	7 H.	13 H.	18 H.	7 H.	13 H.	18 H.
Décembre 1951	1-10	4.5	6.2	5.1	4.7	5.8	5.1	4.8	5.6	5.2	6.1	6.0	6.1	6.7	6.7	6.7	8.7	8.6	8.8
	11-20	0.7	3.3	1.7	1.2	2.2	1.7	1 2	2.2	1.9	2.9	2 9	3.1	4.2	4.2	4.3	6.8	6.7	6.8
	21-31	2.5	5.5	3.9	2.8	4.8	3.9	2.9	4.3	4.0	3.8	4.1	4.2	4.7	4.8	4.8	5.8	5.9	5.9
	Mois	2.3	5.0	3.6	2.9	4.3	3.6	2.9	4.0	3.7	4.2	4.3	4.4	5.1	5.2	5.3	7.1	7.0	7.1
Janvier 1952	1-10	3.0	4.6	3.0	3.1	4.0	3.1	3.8	3.8	3.1	3.6	3.8	3.6	4.3	4.3	4.3	5.7	5.6	5.7
	11-20	2.1	3.4	1.8	2.0	2.9	2.1	2 1	2.9	2.2	3.1	3.1	3.2	3.9	3.9	4.3	5.3	5.0	5.3
	21-31	0.3	0.9	0.4	0.4	0.5	0.5	0.4	0.6	0.5	1.4	1.5	1.4	2 5	2.5	2.4	4 5	4.5	4.4
	Mois	1.7	2.9	1.7	1.8	2.2	1.8	2.1	2.3	1.9	2.6	2.7	2.6	3.5	3.5	3.6	5.1	5.0	5.1
Février	1-10	0.9	2.2	1.1	0.9	1.5	1.1	0.9	1.3	1.1	1.5	1.5	1.7	2.3	2 3	2.2	4.9	4.9	5.0
	11-20	0.6	1.7	1.0	0.7	1.1	0.9	0 6	1.0	0.8	1.2	1.3	1.4	2.0	2.1	2.0	4.8	4.9	4.9
	21-29	1.3	6.1	3.5	1.5	4.3	3.8	1.7	3.6	3.8	2.7	2.5	3.2	2.9	3.1	3.1	4.9	4.9	5.0
	Mois	0.9	3.3	1.8	1.0	2.2	1.9	1.0	1.9	1.8	1.7	1.7	2.0	2.4	2.5	2.4	4.9	4.9	5.0
Hiver		1.6	3.7	2.4	1.9	2.9	2.4	2.0	2.7	2.5	2.8	2.9	3.0	3.7	3.7	3.7	5.7	5.6	5.7
Mars	1-10	4.9	11 2	7.0	4.4	9.0	7.4	4 8	7.3	7.4	5.3	5.9	6.3	5.2	5.4	5.6	5.2	5.1	5.0
	11-20	4.6	12.4	7.2	4.3	9.3	7.6	4.3	8.6	7.6	5.9	5.7	6.5	5.7	5.9	5.9	5.2	5 6	5.4
	21 31	4.1	8.3	5.3	4.1	7.3	5.8	4.4	6.9	6 2	5 9	6.0	6.3	6.3	6.3	6.1	5.9	5.9	5.9
	Mois	4.5	10.6	6.5	4.3	8.5	6.9	4.5	7.5	7.0	5.7	5.9	6.3	5.7	5.9	5.9	5.4	5.5	5.4
Avril	1-10	6.2	14 6	9.3	5.2	11.4	10.0	5 1	10.2	9.7	6.2	6.8	8.4	5.8	6.4	6.5	5.7	5.7	5.7
	11-20	14.0	27.8	19.8	12.7	22.1	20.0	12.3	20.5	20.2	13.4	14.3	14.9	12.2	12.3	12.4	9.5	9.7	9.8
	21-30	10.9	22.1	15.6	10.0	18.6	16.6	9.9	16.7	15.9	12.1	12.4	13.6	12.0	11.9	12.5	11.0	11.0	11.1
	Mois	10.3	21.5	14.9	9.3	17.3	15.5	9.1	15.8	15.3	10.5	11.2	12.3	10.0	10.2	10.4	8.7	8.8	8.9
Mai	1-10	13.1	20 0	16.6	12.2	17.9	16.8	12 0	17.1	16.6	13.1	13.3	14.2	12.4	12.4	12.2	10.9	11.0	10.9
	11-20	15.3	26.5	19.6	14.5	22.6	20.0	15.6	21.3	20.4	15.5	16.1	18.0	14.8	14.7	15.0	13.5	13.3	13.4
	21-31	14.2	22.2	16.9	13.8	19.4	18.1	13.3	18.3	18.4	15.2	15.3	16.5	14.9	14.9	14.9	14.1	13.8	14.2
	Mois	14.2	22.9	18.3	13.5	19.9	18.3	13.6	18.9	12.5	14.6	14.9	16.2	14.0	14.0	14.1	12.8	12.7	12.9
Printemps		9.6	18.3	13.2	9.0	15.2	13.6	9 0	14.0	13.6	10.3	10.6	11.6	9.9	10.0	10.1	8.9	8.7	9.1

Juin	1-10	15.8	24.6	19.9	14.5	21.0	19.8	14.2	19.9	19.9	15.4	16.0	17.2	15.6	15.5	15.6	14.4	14.4	14.5
	11-20	16.6	25.5	21.5	15.9	22.4	21.2	15.4	21.2	21.3	17.3	17.1	18.4	16.6	16.6	16.6	15.2	15.1	15.1
	21-30	18.8	30.6	25.1	17.4	26.9	23.9	18.2	24.2	24.9	18.4	19.3	20.5	17.1	17.2	17.7	15.8	16.8	15.9
	Mois	17.6	26.8	22.1	16.0	23.4	21.6	15.9	21.7	22.0	17.0	17.5	18.7	16.4	16.5	16.6	15.1	15.4	15.2
Juillet	1-10	22.1	31.0	28.9	21.1	28.8	27.5	20.9	26.7	26.9	23.0	23.6	24.0	21.5	21.4	21.2	18.5	18.6	18.1
	11-20	17.6	23.9	21.6	17.0	22.7	22.1	16.8	21.0	22.6	18.8	18.7	20.0	18.4	18.5	18.8	18.2	18.1	18.1
	21-31	18.0	26.9	22.7	17.0	24.5	22.5	16.8	23.0	22.3	18.9	19.2	20.8	18.2	18.9	18.9	17.9	17.7	17.9
	Mois	19.2	27.2	24.4	18.3	25.3	24.0	18.1	23.6	23.9	20.2	20.5	21.6	19.3	19.6	19.6	18.2	18.2	18.0
Août	1-10	17.9	25.5	21.2	17.4	23.9	21.7	17.5	23.2	21.8	18.9	19.6	20.1	18.6	18.7	18.6	17.8	17.8	17.7
	11-20	17.4	22.8	20.5	16.9	21.7	20.6	16.9	21.1	20.6	19.5	18.8	19.8	18.3	18.4	18.2	18.0	17.9	17.9
	21-31	16.2	23.9	20.7	15.7	22.8	21.3	15.5	21.6	21.2	17.3	17.5	18.8	16.9	16.7	17.2	16.9	16.9	16.9
	Mois	17.2	24.0	20.8	16.6	22.8	21.2	16.6	21.9	21.2	18.5	18.6	19.5	17.9	17.9	18.0	17.6	17.5	17.5
Eté		18.0	26.0	22.4	16.9	23.8	22.3	16.9	22.4	22.4	18.6	18.9	19.9	17.8	18.0	18.1	16.9	17.0	16.9
Sept.	1-10	12.8	19.0	15.6	12.7	17.6	16.1	12.9	17.1	17.1	15.6	15.7	16.3	16.2	16.1	17.0	16.9	16.8	16.9
	11-20	9.1	17.8	13.5	9.2	16.0	14.2	9.5	14.2	14.0	12.7	12.7	13.6	13.4	13.4	13.8	15.0	15.0	15.0
	21-30	10.1	13.4	11.7	9.8	12.6	12.0	9.8	12.2	12.1	11.5	11.5	11.9	12.1	12.2	13.0	13.8	13.9	13.7
	Mois	10.7	16.7	13.6	10.6	15.4	14.1	10.4	14.5	14.4	13.3	13.3	13.9	13.9	13.9	14.6	15.2	15.2	15.2
Octobre	1-10	7.9	12.7	10.2	8.1	11.8	10.7	8.2	11.2	10.5	10.1	10.2	10.7	10.9	11.1	11.0	12.7	12.7	12.7
	11-20	5.0	10.9	7.2	5.0	9.6	8.2	5.2	9.1	9.1	7.9	8.1	8.7	8.9	9.2	8.7	11.4	11.2	11.3
	21-31	8.0	12.3	10.3	7.7	11.2	10.3	8.2	10.6	10.2	9.3	9.2	9.7	9.6	9.8	9.6	10.7	10.8	10.7
	Mois	7.0	12.0	9.4	6.9	10.9	9.8	7.2	10.3	9.6	9.2	9.2	9.7	9.8	10.0	9.8	11.6	11.6	11.6
Nov.	1-10	6.2	8.5	7.0	6.5	8.1	7.1	6.3	7.8	7.1	7.8	7.8	8.0	8.6	8.5	8.6	10.5	10.5	10.5
	11-20	1.6	3.2	2.2	1.9	3.1	2.5	2.1	3.0	2.6	4.4	4.3	4.2	5.5	5.9	5.5	8.9	9.0	9.0
	21-30	1.6	2.7	1.8	1.5	2.3	1.9	1.6	2.2	2.0	2.9	2.8	2.9	3.9	4.1	3.9	7.6	7.5	7.3
	Mois	3.1	4.8	3.6	3.3	4.5	3.8	3.3	4.3	3.9	5.0	5.0	5.0	6.0	6.1	6.0	8.9	8.9	8.9
Automne		6.9	11.2	8.9	6.9	10.3	9.2	7.0	9.7	9.3	9.2	9.2	9.5	9.9	10.0	10.1	11.9	11.9	11.9
Année		9.0	14.8	11.7	8.7	13.1	11.9	8.7	12.2	11.9	10.2	10.3	11.0	10.3	10.4	10.5	10.8	10.8	10.9

Valeurs extrêmes ou caractéristiques

Désignations.	Déc.	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.
Précipitations.												
Maximum absolu	24.3	27.0	20.0	16.1	5.3	7.2	10.3	43.5	58.0	19.5	13.5	24.3
Hauteur d'eau recueillie . . .	82.7	131.0	106.8	90.4	6.5	51.9	29.6	101.6	139.3	84.0	84.2	173.6
Hauteur moyenne normale . .	68.0	58.4	42.0	49.6	56.3	55.0	60.0	76.0	72.0	60.0	74.0	62.0
Jours de précipitations norm. .	15	17	11	14	3	15	10	5	15	19	19	23
Jours de précipitations observés .	18	17	14	15	15	14	14	15	15	14	17	16
Jours de neige	3	15	11	4	1	—	—	—	—	—	—	5
Températures sous Abri.												
Moyenne mensuelle la plus élevée	6.7	8.5	8.6	13.5	17.1	21.1	23.7	24.8	26.6	24.0	17.1	10.9
	en	en	en	en	en	en	en	en	en	en	en	en
	1948	1947	1950	1948	1949	1948	1947	1947	1947	1949	1949	1947
Moyenne mensuelle la plus basse	—5.5	—5.4	—6.0	—0.6	1.9	6.2	8.7	10.7	11.7	9.6	3.0	2.4
	en	en	en	en	en	en	en	en	en	en	en	en
	1890	1947	1895	1947	1938	1939	1949	1950	1949	1912	1951	1919
Maximum absolu le plus élevé .	16.5	15.4	19.2	24.0	28.5	34.6	38.1	36.4	36.8	33.0	27.2	20.3
	en	en	en	en	en	en	en	en	en	en	en	en
	1915	1948	1899	1892	1949	1922	1947	1921	1911	1947	1921	1927
Minimum absolu le plus bas . .	—21.5	—22.2	—21.5	—10.8	—6.8	—3.3	0.0	2.4	3,6	—1.0	—6.0	—16.0
	en	en	en	en	en	en	en	en	en	en	en	en
	1950	1940	1895	1947	1924	1942	1902	1921	1906	1907	1922	1935
Jours de gelée	7	13	21	11	6	—	—	—	—	—	—	—
Jours d'hiver	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Températures sur le sol nu.												
Maximum absolu le plus élevé .	9.0	10.0	13.5	21.0	35.0	40.0	47.5	52.0	37.7	32.5	18.0	13.3
Minimum absolu le plus bas . .	—7.4	—8.0	—13.5	—5.6	—3.2	2.5	5.0	8.5	8.0	0.0	—2.5	—5.5
Jours de gelée	17	22	26	14	5	—	—	—	—	1	4	21
Jours d'hiver	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Températures sur le sol gazonné.												
Maximum absolu le plus élevé .	10.9	9.5	10.0	27.6	41.1	44.0	55.5	63,0	55.5	35.0	20,2	15.7
Minimum absolu le plus bas . .	—10.6	—8.0	—8.7	—8.3	—6.9	—4.7	—0.3	2.0	3.3	—1.3	—4.5	—8.7
Jours de gelée	21	25	25	16	13	3	1	—	—	5	10	21
Jours d'hiver	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Encyclopédie Agronomique et Vétérinaire

MANUEL DE L'AMELIORATION DES PLANTES

par **V. LATHOUWERS**

Docteur ès Sciences. Professeur à l'Institut agronomique de l'Etat à Gembloux.

Tome I : **L'Amélioration générale** — **En réimpression**

Tome II : **L'Amélioration du Froment**, 580 pp., 66 fig. — **150,00**

LE CHENE PEDONCULE ET LE CHENE ROUVRE

Leur culture en Belgique

par **A. POSKIN**

Professeur à l'Institut agronomique de l'Etat, à Gembloux.

1 vol. 283 pp., 54 fig., 1 carte en couleurs, — br., **65,00**

PHYTOTECHNIE DE L'HEVEA — (HEVEA BRASILIENSIS)

Botanique — Amélioration — Culture et Exploitation

par **M. FERRAND**

Ingénieur Agronome (A. I. Gx), Chef de la Division de l'Hevea de l'INELC, Directeur du Centre de Recherches de l'Inst. de Rech. pour les Huiles de Palme et Oléagineux de Paris.

1 vol. 432 pp., 67 fig., 2 hors-textes — **110,00**

ELEMENTS DE MICROBIOLOGIE GENERALE ET AGRICOLE

par **G. VERPLANCKE**

Chargé de cours à l'Université de Gand et à l'Institut agronomique de Gand.

1 vol. in-8°, 328 pp., 105 fig. — br. **45,00**

LES BOVINS

par **J. LAHAYE** et **J. MARCQ**

Professeur à l'Ecole de médecine vétérinaire, à Cureghem. — *Professeur à l'Institut agronomique de l'Etat, à Gembloux.*

Tome I : **La Connaissance du Bétail**, 1 vol. in-8°, 196 pp., 166 fig. — **En réimpr.**

Tome II : Vol. 1. **Ethnographie. Hygiène. Reproduction.** — **En réimpr.**

Vol. 2. **Alimentation**, 1 vol. in-8°, 644 pp., 20 fig. — **En réimpr.**

TRAITE DE PATHOLOGIE MEDICALE DES ANIMAUX DOMESTIQUES

par **F. LIEGEOIS**

Professeur à l'Ecole de médecine vétérinaire, à Cureghem.

1 vol. XXVI - 926 pp., 3e édition, 1949. — **520,00**

LA FERTILISATION DU SOL ET LES ENGRAIS

par **R. MEURICE**

Docteur en Sciences,

Directeur de la Station de Chimie et de Physique Agricoles de l'Etat, à Gembloux.

1 vol. in-8° ill., 280 pp. — **60,00**

TRAITE D'ECONOMIE RURALE

par **A. DELOS**

Professeur à l'Institut agronomique de l'Etat, à Gembloux.

Tome I : **La Terre**, 1 vol. in-8°, 280 pp., 25 fig., — br. **50,00**

Tome II : **Le Capital d'exploitation**, 1 vol. in-8°, 372 pp., — **Epuisé**

PRECIS DE DROIT VETERINAIRE

par **F. LIEGEOIS**

Professeur à l'Ecole de médecine vétérinaire, à Cureghem.

1 vol. in-8°, 332 pp., br. **60,00**

TRAITE COMPLET D'AVICULTURE

par **J. LAHAYE, J. MARCQ** et **E. CORDIEZ**

Professeur à l'Ecole de médecine vétérinaire, à Cureghem. — *Professeur à l'Institut agronomique de l'Etat, à Gembloux.*

1 vol. in-8°, 660 pp., 219 fig., 9 hors-textes en quadrichromie, br. **375,00**

LE CHEVAL

par **J. MARCQ** et **J. LAHAYE**

Professeur à l'Institut agronomique de l'Etat, à Gembloux. — *Professeur à l'Ecole de médecine vétérinaire, à Cureghem.*

Tome I : Extérieur du Cheval, 304 pp., 193 fig. br. **175,00**

Tome II : Zootechnie spéciale. Alimentation. Hygiène. Amélioration. **En réimpr.**

LA CANNE A SUCRE AUX ANTILLES FRANÇAISES

par **J. GUILLAUME**

Ingénieur, Chef de Fabrication aux Antilles.

1 vol. in-8°, IX-215 pp., fig. br. **56,00**

ELEMENTS DE PATHOLOGIE VEGETALE

appliquée à la Phytotechnie

par **Em. MARCHAL**

Professeur émérite à l'Institut agronomique de l'Etat, à Gembloux.

P. MANIL et **R. VANDERWALLE**

Professeur à l'Institut agronomique de l'Etat, à Gembloux. — *Chargé de cours à l'Institut agronomique de l'Etat, à Gembloux.*

1 vol. in-8°, XXIV-540 pp., 205 fig. br. **290,00**

ELEMENTS DE PHYSIOLOGIE VEGETALE

Les bases scientifiques de la Phytotechnie

par **Em. MARCHAL**

Professeur à l'Institut agronomique de l'Etat, à Gembloux.

1 vol. in-8°, XVI - 344 pp., 131 fig. br. **225,00**

TRAITE DE SYLVICULTURE

par **A. POSKIN**

Professeur à l'Institut agronomique de l'Etat, à Gembloux.

1 vol. in-8°, 532 pp , 166 fig. br. **260,00**

A TRAVERS LES FORETS DE PINSAPO D'ANDALOUSIE

Etude de Dendrologie, de Sylviculture et d'Entomologie forestière.

par **A. BARBEY**

Expert forestier, Docteur ès-Sciences.

1 vol. in-8°, 110 pp., 41 pl., br. **40,00**